Naturkräfte.

Siebzehnter Band.

Fels und Erdboden.

Lehre von der

Entstehung und Natur des Erdbodens

von

Dr. Ferdinand Senft,
Hofrath, Professor und Lehrer der Naturgeschichte an der Forstlehranstalt zu Eisenach, Ritter des Großherzogl. S. weißen Falkenordens I. Classe und Mitglied vieler naturwissenschaftlicher Gesellschaften.

Mit 17 Holzschnitten.

München.
Druck und Verlag von R. Oldenbourg.
1876.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

A. Nähere Betrachtung der krystallinischen Felsarten.

a. Nähere Betrachtung der für die Bildung der Fels- und Bodenarten wichtigen Mineralien.

I. Salze.

II. Spathe.

II. Abschnitt.

Der Steinschutt und Erdboden.

1. Capitel.

Vom eigentlichen Felsschutte.

I. Nähere Betrachtung des groben Felsschuttes oder Geröllschuttes.

II. Nähere Betrachtung des sandartigen Schuttes.

Einleitung.

§. 1. Verhalten der Felsgesteine zur Erdbodenbildung im Allgemeinen. — Feste, kaum durch Gewalt zertrümmerbare, Felsmasse, und lockere, schon durch einfachen Fingerdruck zerreibliche oder doch knetbare, Erdkrume! Welch' greller Gegensatz! — Und doch verhält sich die letztere zur ersteren, wie das Kind zur Mutter; denn all' die Erdbodenablagerungen, welche die Erdoberfläche bedecken und den behaglichen Wohnsitz des mächtigen Reiches der Gewächse bilden, sind nichts weiter als Zersetzungsprodukte der Felsarten und verhalten sich zu diesen in ganz ähnlicher Weise, wie die schwarze Erde, welche aus der Verwesung aller Thier- und Pflanzenkörper entsteht, zu diesen letzteren. Das Folgende wird diesen Ausspruch anschaulicher machen und bestätigen.

Wenn Felsmassen längere Zeit den Strömungen der atmosphärischen Luft ausgesetzt sind, so überziehen sie sich allmählich an ihrer Oberfläche mit einer unreinfarbigen — bald weißlichen, bald lederbraunen, bald braunrothen — Rinde, welche anfangs so dünn wie ein Hauch ist und der Gesteinsfläche fest anhaftet, bei weiterer Entwicklung aber dicker, erdig und abreiblich wird. Dieser, durch die Einwirkung der Atmosphärilien auf die Bestandesmasse der Mineralien entstehende, Felsüberzug ist der Keim alles Erdbodens, aber zugleich auch das Bett, welches die feuchten Dunstwellen der Atmosphäre mit den, von ihnen überall umhergeflutheten, Keimen einer mikroskopisch kleinen Pflanzenwelt — der sogenannten Schurf-Flechten — bestreuen, deren Sprößlinge dann

das von den Atmosphärenstoffen begonnene Zersetzungswerk der Felsgesteine fortsetzen und vollenden oder doch beschleunigen. Diese winzig kleinen, wie bunte Staubkörnchen aussehenden und doch den Felswänden äußerst fest anhaftenden, Pflänzchen nemlich, welche der Nichtkenner für die Verwitterungsrinde der Gesteine selbst hält, saugen zunächst Luft und Feuchtigkeit an und halten sie fest, so daß die atmosphärischen Gase (— Sauerstoff und Kohlensäure —) nun nachhaltig und ätzend auf ihre Felsunterlage einwirken können; sodann aber scheiden sie bei ihrem Absterben mancherlei Säuren aus, durch welche die von ihnen bewohnte Felsfläche zersetzt und in Erdkrume umgewandelt wird.

Die in dieser Weise an der Oberfläche des festen Felsgesteines geschaffene, dünne Lage von Erdkrume wird dann gewöhnlich durch Regenströme von ihrer Mutterstätte weggefluthet, so daß eine neue, noch frische Felsoberfläche zum Vorschein kommt, welche nun ebenso, wie die erste Oberflächenmasse wieder in Erdkrume umgewandelt wird. Und indem nun diese Bildung von Erdkrume und diese Wegspülung derselben abwechselnd und unaufhörlich durch Jahrtausende hindurch vor sich geht, wird die Felsmasse allmählich immer niedriger, immer kleiner, bis auch die letzte Spur derselben zu krümlicher Erde geworden ist.

So ist denn also das feste Gestein die Mutter alles Erdbodens, das Magazin, aus welchem die Natur mit Hülfe der Wärme, der Atmosphärenstoffe und der Pflanzenwelt selbst unaufhörlich nicht nur den Grund und Boden schafft, auf welchem allein das Reich der Pflanzen und Thiere sich entwickeln kann, sondern zugleich auch die Nahrungsstoffe erzeugt, welche die einzelnen Glieder des Pflanzenreiches zu ihrem vollen Gedeihen brauchen.

Da nun aber „nicht jeder Boden vermag auch jegliche Pflanze zu pflegen," wie schon der römische Dichter Virgilius

richtig erkannt hat, da also hiernach die Pflanzenerzeugungskraft des Bodens sehr verschieden ist, und da die Natur eines jeden — noch nicht von Menschenhand cultivirten und mannichfach umgeänderten — Bodens abhängt von der mineralischen und chemischen Zusammensetzung seines Muttergesteines, so ist es absolut nothwendig, alle diejenigen Mineralmassen ihrer ganzen Natur nach genau kennen zu lernen, aus denen irgend eine Bodenart entsteht; denn nur dann ist man im Stande, sich ein scharfes Bild über die Pflanzenproduktionskraft eines jeden Erdbodens entwerfen zu können.

Ehe wir daher im Folgenden zur Betrachtung des Bodens selbst schreiten, müssen wir zuvor diejenigen Mineralien und Felsarten, welche für die Bildung der Erdbodenarten von Wichtigkeit sind, sowie auch die Mittel und Processe kennen lernen, durch welche überhaupt feste Gesteine in Erdkrume umgewandelt werden.

I. Abschnitt.

Von den Bildungsmassen der Erdrinde.

§. 2. Bestandesmassen der Erdrinde im Allgemeinen. — Der Erdkörper besitzt ebenso, wie alle auf seiner Oberfläche lebenden Organismen, eine Schale, Haut oder Rinde, welche die Bestandesmassen seines Innern oder Kernes von der Außenwelt abschließt. Der Grundbau dieser Rinde nun ist, soweit er bis jetzt dem Menschen bekannt geworden, aus fest zusammenhängenden Gesteinsmassen, welche man Felsarten oder auch Gesteine nennt, und aus losen oder nur locker zusammenhängenden Anhäufungen theils von größeren oder kleineren Steintrümmern — sogenanntem Fels- oder Steinschutte — theils von krümeligen oder staub-

körnigen Massen, welche als Erdboden bekannt sind, zusammengesetzt. Diese letztgenannten, aus Steinschutt und Erdboden bestehenden Erdrindelagen, bilden in der Regel die Decke der Felsarten, sind aus ihrer Zerstörung oder Zersetzung hervorgegangen und gleichen gewissermassen der mannichfach zerrissenen Borke, welche die eigentliche Rinde der Bäume bedeckt und aus der abgestorbenen Masse derselben besteht.

I. Capitel.

Die Felsarten.

§. 3. Begriff. — Wie eben schon angedeutet worden ist, so versteht man unter Felsarten oder Gesteinen alle diejenigen mineralartigen Substanzen, welche in fest zusammenhängenden Massen schon für sich allein große Strecken der Erdrinde zusammensetzen. — Stein- und Braunkohlen sind hiernach ebenso gut Felsarten wie Kalkstein, Granit und Basalt; ja auch der Torf muß zu denselben gerechnet werden, sobald seine Masse jede Spur von Pflanzenstruktur verloren hat und ein dichtes, gleichartiges Ganzes bildet. Dagegen gehören die losen Anhäufungen des Sandes und die schlammigen, krümeligen oder staubigen Massen des Erdbodens wenigstens so lange nicht zu den Felsarten, als sie keine compacten, fest zusammenhängenden Lagen bilden, wenn sie auch noch so weit ausgedehnte Strecken der Erdoberfläche einnehmen. Aber sie können im Laufe der Zeit zu wahren Felsarten werden, wenn ihre Theile durch irgend ein Mittel — sei es durch Zusammenpressen ihrer Masse, sei es durch irgend einen Kitt — fest zusammenhängende Lagen bilden. Dieses beweisen die Sandsteine, welche aus zusammengekitteten Sandkörnern bestehen, die Schieferthone, Mergelschiefer und auch manche Thonschiefer, welche gegenwärtig zu den wahren Felsarten gehören, aber ehedem schlammige oder krümelige Erdbodenmassen waren.

§. 4. Unterscheidung der Felsarten nach ihrer mineralischen Zusammensetzung. — Nach dem eben Angegebenen können aus dem Steinschutte und Erdboden Felsarten werden, wenn durch irgend ein Mittel ihre losen Aggregationen zu fest zusammenhängenden Gesteinsmassen werden. Wir müssen daher von vorn herein je nach ihrem Bildungsmateriale und der Art ihrer Theile-Verbindungen von den Felsarten zwei große Abtheilungen oder Classen unterscheiden, nemlich:

1) Felsarten, deren Masse aus Mineralien besteht, welche in der Natur auch in der Gestalt von Krystallen, d. i. als krystallinische Mineralien auftreten und in den aus ihnen gebildeten Felsarten immer unmittelbar unter sich verwachsen erscheinen, also nie durch irgend ein mit den bloßen Augen erkennbares Bindemittel zusammengekittet sind; und

2) Felsarten, deren Masse vorzüglich theils aus der fest oder steinhart gewordenen Verwitterungserde, theils aus groben oder kleinen, durch irgend ein Bindemittel zusammengekitteten Trümmern von Felsarten besteht.

Die zur ersten Abtheilung gehörigen Felsarten nennt man nun eben nach ihrer Zusammensetzung aus krystallinischen Mineralien krystallinische Felsarten; die der zweiten Abtheilung angehörigen Felsarten dagegen werden eben, weil sie aus den Produkten der Zertrümmerung oder Zersetzung vorherrschend der krystallinischen Gesteine bestehen, Trümmergesteine oder klastische (d. i. aus Trümmern gebildete) Felsarten genannt.

§. 5. Abtheilung der krystallinischen Felsarten in Ordnungen. — Der Kalkstein besteht in seiner ganzen Masse nur aus kohlensaurem Kalk, der Gyps nur aus Gypsmasse, der Quarz nur aus Quarzmasse; jede dieser Felsarten besteht also in ihrer ganzen Masse nur aus

einer und derselben krystallinischen Mineralart. Aus diesem Grunde nennt man sie einfache krystallinische Felsarten. — Wenn man dagegen einen Granit oder Porphyr betrachtet, so läßt schon die bunte, gefleckte Färbung der Oberfläche dieser Felsarten darauf hindeuten, daß sie aus einem Gemenge verschiedener Mineralarten bestehen. In der That zeigt dann auch die weitere Untersuchung, daß der Granit aus einem Gemenge von krystallinischen Körnern des Quarzes und Feldspathes mit Glimmerblättchen, der Porphyr aber aus einem Gemenge von Feldspath und Quarz besteht. Man nennt daher alle Felsarten, welche aus einem Gemenge verschiedener Mineralien bestehen, gemengte krystallinische Felsarten.

Solange nun die einzelnen Gemengtheile einer Felsart groß genug sind, um sie schon mit bloßem Auge von einander unterscheiden zu können, sind die beiden eben angegebenen Ordnungen leicht zu erkennen; wenn aber diese Gemengtheile so klein wie Staubkörnchen und noch dazu recht innig durch einander gemischt erscheinen, dann kann man sehr leicht ein gemengtes mit einem einfachen Gesteine verwechseln. Recht auffallend tritt dieses bei dem Basalte hervor. Dieser sieht gewöhnlich ganz einfarbig grauschwarz aus, obgleich seine Masse ein inniges Gemenge von grauem Feldspath oder Nephelin, schwarzem Augit und ebenso gefärbtem Magneteisen ist; man findet aber auch basaltische Gesteine, deren Masse aus deutlich unterscheidbaren Krystallkörnern der ebengenannten Mineralarten besteht und demgemäß nun auch deutlich grau und schwarz gefleckt erscheint. Es ist dieses Mischungsverhältniß bei dem Basalte demnach gerade so, als wenn man Kohlen- und Kreidestückchen unter einander mengt. Solange diese Stückchen noch die Größe von deutlichen Körnern haben, sind sie auch noch gut von einander zu unterscheiden, sobald man sie aber in einem Mörser zu zartem Pulver zerstampft

und tüchtig durch einander reibt, dann bildet ihr Gemenge ein einfarbig grauschwarzes Pulver.

Es fragt sich nun, wie man in solchen zweifelhaften Fällen ein gemengtes Gestein von einem einfachen unterscheiden kann. Oft kann man schon mit einem einfachen Vergrößerungsglase d. i. einer sogenannten Loupe noch die einzelnen Gemengtheile einer solchen scheinbar einfachen Felsart erkennen; nicht selten aber geht dieses erst dann, wenn man ein Stückchen derselben zu einer dünnen, durchsichtigen Platte schleift und diese dann unter einem Mikroskope betrachtet. Aber wie oft hat man gar keine Gelegenheit, sich solche Stein-Dünnschliffe zu verschaffen, wie dann? — In der That gibt es in diesem Falle nur zwei Wege, welche zum Ziele führen. Entweder nemlich muß man die zweifelhafte Felsart chemisch untersuchen, das ist der schwierigste Weg; oder man lernt diejenigen Mineralarten, welche nur als einfache Felsarten auftreten, genau kennen, das ist der leichteste Weg, da diese wenigen Minerale so auszeichnende und leicht aufzufindende Merkmale besitzen, daß sie leicht zu erkennen sind. Bei der Beschreibung der einzelnen der beiden obengenannten Felsarten-Ordnungen soll dieses noch ausführlich angegeben werden.

§. 6. Abtheilung der klastischen Gesteine in Ordnungen. — Thon entsteht aus der Zersetzung von feldspathhaltigen krystallinischen Felsarten; er gehört demnach zu den klastischen Gesteinen, sobald er zu Thonstein oder Schieferthon erhärtet ist. Da nun ferner derselbe in seiner ganzen Masse aus einer und derselben Mineralsubstanz besteht, so bildet er als Thonstein oder Schieferthon auch nur ein einfaches klastisches Gestein. Wenn man nun aber feingeschlämmten Thon entweder mit feinem Sande oder mit gröberen Steintrümmern (Geröllen) gehörig untermengt und durch Brennen erhärten läßt, so erhält man eine entweder aus Sand und Thon oder aus Geröllen und Thon gemengte

klastische Felsart. Es gibt mithin, wie bei den krystallinischen Felsarten, auch bei den klastischen zwei Ordnungen, *deren erste die einfachen, die zweite aber die gemengten klastischen Gesteine umfaßt.* Ja, die oben erwähnte Mengung von Thon mit Sand oder Geröllen zeigt sogar, daß man in der zweiten der beiden Ordnungen nochmals zwei Gruppen unterscheiden kann, nemlich: *Sandsteine*, deren Masse aus zusammengekitteten Sandkörnern und *Conglomerate*, deren Massen aus zusammengekitteten Geröllen besteht.

§. 7. *Uebersichtliche Zusammenstellung der Classen und Ordnungen der Felsarten.* Nach allem in den vorigen §§. Mitgetheilten lassen sich also die aus mineralischen Substanzen bestehenden Felsarten in folgender Weise gruppiren:

Die Felsarten

sind:

- I. *krystallinische*, wenn sie aus krystallinischen Mineralien bestehen, deren Individuen unmittelbar unter einander verwachsen sind. Je nach ihrem Bestande zerfallen sie in:
  - a) *einfache*, welche in ihrer ganzen Masse nur aus Individuen einer und derselben Mineralart bestehen.
  - b) *gemengte*, welche aus zwei oder mehreren Mineralarten zusammengesetzt sind.
- II. *klastische*, wenn sie aus Zertrümmerungs- und Zersetzungsmassen namentlich der krystallinischen Felsarten, bisweilen aber auch älterer klastischer Gesteine entstanden sind. Je nach ihrem Bestande zerfallen sie in:
  - a) *einfache*, nur aus einer Mineralsubstanz bestehend.
  - b) *gemengte*, in welchen Gesteinstrümmer durch ein Bindemittel verkittet sind. Je nach der Größe ihrer Trümmer sind sie:
    - 1) *Sandsteine*, deren Trümmer höchstens erbsengroß sind.
    - 2) *Conglomerate*, deren Trümmer größer als eine Erbse sind.

A. Nähere Betrachtung der krystallinischen Felsarten.

§. 8. Ihre Bildungsmineralien. — Da nach dem oben aufgestellten Begriffe die krystallinischen Felsarten massige Verbindungen von krystallinischen Mineralien sind, so ist es nothwendig, diese ihre Bildungsmineralien zunächst kennen zu lernen, weil ohnedem eine Beschreibung, Beurtheilung und Bestimmung der aus ihnen bestehenden Felsgesteine nicht möglich ist. Betrachten wir daher im Folgenden zunächst diese Felsbildungsmittel etwas genauer. Um aber dem Laien in der Mineralogie die Untersuchung und Bestimmung derselben zu erleichtern, wollen wir sie vor allem in einer Uebersicht zusammenstellen, nach welcher sie mittelst einfacher Hilfsmittel leicht zu unterscheiden und zu bestimmen sind, sobald man nur Schritt für Schritt von Klammer zu Klammer schreitet und bei jeder Klammer die unter derselben angegebenen beiden Gegensätze genau untersucht. Die bei dieser Untersuchung nothwendigen Bestimmungsmittel sind: ein durchscheinender scharfeckiger Feuerstein, ein spitzeckiges Stückchen Fenster- oder (besser) Spiegelglas, ein Messer mit Feuerstahl und ein Gläschen voll Salzsäure, welches man wohlverwahrt in einer Blechbüchse oder gut schließenden Schachtel bei sich führt.

Damit nun aber der Anfänger nach der folgenden Uebersicht leicht untersuchen lernt, möge hier ein Beispiel Platz finden. Ein gegebenes Mineral X wird untersucht:

1) Nach den Gegensätzen I und II. Dasselbe zeigt kein metallisches Ansehen; es gehört mithin zum Satze I.

2) Unter diesem Satze I befinden sich die Sätze A und B. Bei Durchlesung derselben findet man, daß das Mineral X keinen Geschmack an der Zunge erregt und demnach zum Satze B gehört.

3) Unter diesem Satze B befinden sich indessen wieder die beiden Gegensätze a und b. Bei der Untersuchung der-

Mineralien

- I. ohne metallisches Ansehen (bisweilen mit metallischem Schimmer):
  - A. an der Zunge rein oder widerlich salzig schmeckend, also im Wasser löslich (Salze)
    - α. rein salzig schmeckend: **Kochsalz.**
    - β. widerlich salzig schmeckend:
      - 1. süßlich zusammenziehend: **Alaun.**
      - 2. kühlend und widerlich: **Salpeter** und **Salmiak.**
  - B. an der Zunge keinen Geschmack erregend und demnach im Wasser nicht oder nur sehr schwer löslich
    - a. mit Salzsäure betropft nicht aufschäumend.
    - b. mit Salzsäure betropft aufschäumend und sich lösend:
      - α. stark schäumend u. sich rasch lösend: **Calcit.**
      - β. schwach aufbrausend u. sich langsam lösend:
        - 1. Lösung schmeckt bitter und ist farblos: **Dolomit.**
        - 2. Lösung schmeckt tintenartig und ist grünlich: **Eisenspath.**
- II. mit metallischem, silberweißen, messing- oder eisenfarbigen Ansehen:
  - A. in dünnen Blättchen durchsichtig. Mit dem Fingernagel ritzbar: **Glimmer.**
  - B. in dünnen Blättchen undurchsichtig. Mit dem Fingernagel nicht ritzbar:
    - b. eisenschwarz oder schwarzgrau:
      - α. im Ritze ockergelb oder braunroth: **Braun-** und **Rotheisenerz.**
      - β. im Ritze schwarzgrau: **Magneteisenerz.**
    - b. speis- oder messinggelb. Am Stahl funkend: **Eisenkies.**

- α. Vom Feuerstein nicht ritzbar, aber auch ihn nicht ritzend: **Quarz.**
- β. Vom Feuerstein ritzbar.
  - a. nicht oder nur schwer vom Messer ritzbar:
    - aa. Das Fensterglas ritzend und auch wohl am Stahle funkend.
      - 1. Vom Glase nicht ritzbar. Weiß, röthlich, braun, grau und farblos.
        - In heißer Salzsäure unlöslich: **Kieselfeldspathe** (Orthoklas und gemeiner Oligoklas).
        - In heißer Salzsäure ganz oder theilweise löslich: **Kalkfeldspathe** (Kalkoligoklas, Labrador u. Anorthit).
      - 2. Vom Glase mehr oder weniger leicht ritzbar. Schwarz, grünlich, braun.
        - Auf frischen Flächen glasig, aber nicht metallisch schimmernd. (Schwarz.) **Amphibole.** (Hornblende und Augit.)
        - Auf frischen Flächen metallisch schimmernd. In Blätter spaltbar: **Hyperite.** (Hypersthen und Diallag.)
    - bb. Das Fensterglas nicht ritzend:
      - 1. auch nicht von ihm geritzt werdend. In Salzsäure ganz löslich. Gelb, grün, weiß. **Apatit** (Phosphorit).
      - 2. vom Glas geritzt werdend. In warmer Salzsäure unlöslich oder eine weiße Gallerte gebend:
        - Schwarz, braun, grünlich: (s. **Amphibolite**).
        - Weiß, gelb. Mit Salzsäure gelatinirend: **Zeolithe.**
  - b. vom Messer leicht ritzbar:
    - aa. aber nicht vom Fingernagel: Unrein gelb-, grau- bis schwarzgrün: **Serpentin.**
    - bb. auch vom Fingernagel ritzbar:
      - 1. weiß oder grau; **Gyps.**
      - 2. Unrein grün, fettig: **Chlorit.**
      - 3. Ockergelb, braun: **Eisenoxyd.**

selben findet man, daß das Mineral X nicht mit Salzsäure aufbraust und demnach zum Satze a gehört.

4) Geht man nun vom Satze a weiter abwärts, so gelangt man zu den Gegensätzen α und β und findet nun endlich bei der Untersuchung, daß X die Merkmale α zeigt und demnach Quarz ist.

Bemerkung. Schließlich sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, daß man bei der Untersuchung der Löslichkeit eines Minerales in Säuren ein hirsekorngroßes Stückchen desselben pulverisirt und in einem kleinen Probirgläschen mit drei Tropfen Salzsäure, welcher man vorher einen Tropfen Wasser zugesetzt hat, über einem Lichte, z. B. einer Spiritusflamme, erwärmt.

a. Nähere Betrachtung der für die Bildung der Fels- und Bodenarten wichtigen Mineralien.

I. Die Salze.

§. 9. Wesen und Wirkungskreis der Salze im Allgemeinen. — Wenn man mit einer wässerigen Lösung von Natriumoxyd Salzsäure mischt und das Gemisch an einem warmen Orte verdampfen läßt, so erhält man eine weiße, krystallinische Substanz, welche grade so salzig schmeckt, wie unser Kochsalz und in der That auch nichts weiter ist, als dieses letztgenannte Salz; wenn man ebenso eine Lösung von Natriumoxyd oder Natron mit Schwefelsäure versetzt und dieselbe verdampfen läßt, so erhält man ein widerlich bitter schmeckendes Salz, welches allgemein bekannt ist unter dem Namen Glaubersalz. — Es sind also diese beiden Salze aus der Vermischung und Verbindung einer Säure mit einem Metalloxyde entstanden. Und wie in diesen beiden Fällen, so entstehen stets Salze, sobald sich irgend eine Säure mit einem Metalloxyde (Metallroste) chemisch verbindet. Demgemäß sind also Salze stets die Producte aus der Verbindung von einer Säure mit einem oder meh-

reren Metalloxyden oder Salzbasen (— wie man alle diejenigen verrosteten Metalle oder Metalloxyde nennt, welche durch Säuren in Salze umgewandelt werden —). Nun besteht der Kalkstein aus Kohlensäure und Calciumoxyd oder Kalkerde, der Thon aus Kieselsäure und Aluminiumoxyd oder Thonerde, der Schwerspath aus Schwefelsäure und Baryumoxyd oder Baryterde u. s. w.; es sind demnach diese im Wasser ganz unlöslichen und demgemäß an der Zunge auch gar keinen Geschmack erregenden Mineralien ebenso gut Salze, wie das Koch- und Glaubersalz und von diesen letzteren eben nur durch ihre Unlöslichkeit in reinem Wasser unterschieden. Hiernach hat man also in der Mineralienwelt zweierlei Salze, nemlich: im Wasser unlösliche, zu denen die bei Weitem meisten Mineralien gehören, und im Wasser lösliche zu unterscheiden. Von diesen letzteren allein soll im Folgenden weiter die Rede sein.

Wenn nun auch diese im Wasser löslichen Salze im Allgemeinen nur eine untergeordnete Rolle bei der Bildung der Felsarten spielen, da ja nur eins derselben — unser allbegehrtes Koch- oder Steinsalz — als selbständige Felsart auftritt, so haben sie doch im Haushalte der Natur einen unübersehbar weiten Wirkungskreis; denn einerseits sind sie es ganz allein, welche der Pflanzenwelt und durch diese auch dem Reiche der Thiere die Hauptnahrungsmittel darreichen, und andererseits bilden sie die Mittel, durch welche die Natur aus altem, zerfallenden Gesteine neue, feste Felsarten schafft, die im Gemäuer der Erdrinde klaffenden Ritze und Spalten mit glänzenden Krystallrinden wieder ausfüllt, im Schooße des Oceans den Grundstein zum Baue von neuen Erdtheilen legt, kurz einen fortwährenden Kreislauf der Mineralmaterie und durch sie einen nimmer ruhenden Stoffwechsel im starren Reiche der Steine herorruft. Ein Beispiel wird diese Angaben klar machen und bestätigen.

Wenn mit Kohlensäure versehenes Atmosphärenwasser durch Spalten in das Innere z. B. einer Granitmasse eindringt, so zieht es aus dem, Kali und Kalkerde haltigen, Feldspathe dieser Masse nach und nach alles Kali und alle Kalkerde, indem es mit diesen beiden Bestandtheilen des Feldspathes im Wasser lösliche doppeltkohlensaure Salze bildet. Weiter hinzutretendes Wasser laugt nun nach und nach diese Salze vollständig aus dem Feldspathe heraus, so daß von ihm nichts weiter übrig bleibt, als kieselsaure Thonerde mit Wasser verbunden, also reiner Thon oder Porzellanerde. Aber das Wasser gelangt nun mit seinen gelösten Salzen bei seiner weiteren Wanderung durch die Höhlungen der Erdrinde in eine Spalte, in welcher sich z. B. Kupferglanz d. i. Schwefelkupfer befindet. Da beginnt auch schon die steinumwandelnde Thätigkeit sowohl des kohlensauren Kalis wie der doppeltkohlensauren Kalkerde. Von großer Begierde nach Schwefelsäure getrieben regt sowohl das Kali wie auch die Kalkerde das Schwefelkupfer an, daß es Sauerstoff anzieht und sich hierdurch in schwefelsaures Kupferoxyd d. i. in Kupfervitriol umwandelt. Es hat demnach die Lösung der beiden doppeltkohlensauren Salze schon eine Umwandlung vollbracht; denn sie hat unlösliches stahlgraues Schwefelkupfer in löslichen blauen Kupfervitriol umgewandelt. Aber noch nicht genug. Kaum hat sich der letztere gebildet und im Wasser gelöst, so tauscht sowohl das kohlensaure Kali wie auch der kohlensaure Kalk mit dem Vitriol die Säure, so daß aus ihm unlösliches kohlensaures Kupferoxyd d. i. theils himmelblaue Kupferlasur, theils schön grüner Malachit, aus dem kohlensaurem Kali aber schwefelsaures Kali und aus dem kohlensaurem Kalk schwefelsaurer Kalk d. i. Gyps entsteht. Also wieder zwei neue Umwandlungen, welche durch das gelöste Kali- und Kalksalz hervorgebracht worden sind. Der hierbei entstandene Gyps ist aber ein nur in sehr vielem

Wasser lösliches Salz; er bleibt daher vorerst an dem Orte seiner Bildung sitzen, und wenn auch Wasser im Zeitverlaufe ein Theilchen nach dem anderen von ihm auflöst und fortfluthet, so hat er doch scheinbar die Eigenschaft verloren, unter den gewöhnlichen Verhältnissen umwandelnd auf andere Mineralien einzuwirken, weil seine Kalkerde zu der mit ihr verbundenen Schwefelsäure eine größere Verbindungskraft besitzt als zu den meisten anderen Mineralsäuren. Anders ist es dagegen mit dem schwefelsauren Kali. Dieses leicht im Wasser lösliche Salz wird von dem Orte seiner Entstehung fortgefluthet und kann, wenn es anders nicht auf seiner Wanderung durch die Erdrinde von Pflanzenwurzeln als willkommene Nahrung aufgesogen wird, noch auf mannichfache Weise umwandelnd auf andere Mineralien einwirken. So kann es z. B. sich mit schwefelsaurer Thonerde zu Alaun verbinden, kohlensaure Barÿterde in schwefelsaure d. i. in Schwerspath und kohlensaures Bleioxyd in Bleivitriol umwandeln, wobei es selbst wieder, wie vom Anfang an, in kohlensaures Kali umgewandelt wird und hierdurch auch seine alte Umwandlungskraft erlangt, während es bei seiner Verbindung mit der schwefelsauren Thonerde zu Alaun gefesselt und zu weiteren Umwandlungsgeschäften unfähig gemacht wird.

Welchen großen Kreislauf hat das aus dem Feldspathe durch Einwirkung der Kohlensäure entstandene kohlensaure Kali vollendet! welch' verschiedene Mineralien hat es auf demselben umgewandelt! Schwefelkupfer hat es in Malachit, Weißbleierz in Bleivitriol, kohlensauren Baryt in Schwerspath und schwefelsaure Thonerde in Alaun umgewandelt, wodurch indessen seiner Thätigkeit ein Ende gemacht wurde.

Wie aber das kohlensaure Kali, so führt nun auch jedes im Wasser lösliche Salz eine Umwandlung von Mineralien herbei, sobald es mit einem Minerale in Berührung kommt, welches einen Bestandtheil besitzt, zu welchem

das gelöste Salz eine sehr starke oder geradezu stärkere Verbindungsneigung hat, als zu dem schon mit ihm verbundenen. — Die hierdurch herbeigeführten Umwandlungen nun lassen sich im Allgemeinen durch folgende Erfahrungssätze ausdrücken: Das im Wasser gelöste Salz

1) raubt einem anderen Minerale einen Bestandtheil, ohne ihm einen anderen dafür wiederzugeben. So gibt z. B.

kohlensaures Kali und schwefelsaures Eisenoxyd:
schwefelsaures Kali und einfaches Eisenoxyd, weil das letztere keine Verbindungsneigung zur Kohlensäure hat;

2) tauscht mit einem anderen Minerale einen Bestandtheil aus, zu welchem es größere Verbindungsneigung hat, als zu einem schon in ihm vorhandenen, z. B.

kohlensaures Kali und schwefelsaures Kupferoxyd tauschen ihre Säuren, so daß
schwefelsaures Kali und kohlensaures Kupferoxyd entsteht;

3) gibt einem Minerale Bestandtheile, ohne ihm welche zu nehmen, z. B.

schwefelsaures Kali und schwefelsaure Thonerde verbinden sich mit einander zu:
schwefelsaurer Kali-Thonerde (Alaun).

Dieser Fall tritt hauptsächlich dann ein, wenn zwei Salze mit einander in Berührung treten, welche gleiche Säuren besitzen.

Wenn man alle diese Fälle berücksichtigt, so wird man zugeben, daß ein im Wasser gelöstes Salz auf seinem Zuge durch die Erdrinde unaufhörlich und um so mehr Gelegenheit finden wird, seine Umwandlungskraft wirken zu lassen, je verschiedenartiger die Mineralmassen sind, mit denen es in Berührung kommt. Es wird alsdann unter den gewöhnlichen Verhältnissen so lange in Wirksamkeit bleiben, als es sich noch nicht mit einem Stoffe hat verbinden können, zu welchem

einer seiner beiden Bestandtheile die größte Verbindungskraft besitzt, wie dieses z. B. bei der Magnesia der Fall ist, wenn sie sich mit der Schwefelsäure verbunden hat. Entsteht nun vollends in diesem Falle aus einem löslichen Salze ein unlösliches, dann hat ein solches Salz unter den gewöhnlichen Verhältnissen seine umwandelnde Kraft verloren und bildet nun einen stabilen Bestandtheil der Erdrinde.

Soviel vorerst über den Wirkungskreis der im Wasser löslichen Salze im Gebiete der Mineralienwelt. Das bis jetzt Mitgetheilte war nothwendig, nicht nur um zu zeigen, daß alle diese Salze, wenn sie auch nicht als Felsgemengtheile und scheinbar nur in geringen Mengen im Gebiete der Erdrindenmassen auftreten, doch eine nicht unbedeutende Rolle im Haushalte der Natur spielen, — sondern auch um wenigstens die allgemein gültigen Gesetze zu erklären, nach denen diese Salze sich wirksam zeigen. Aber ebenso waren diese Mittheilungen nothwendig, um zu zeigen, daß man wenigstens die am häufigsten in und auf der Erdrinde vorkommenden Salze kennen lernen muß. Im Folgenden sollen sie daher näher beschrieben werden.

§. 10. Das Koch- oder Steinsalz (auch Chlornatrium genannt, weil es aus 40 Theilen Natrium und 60 Theilen Chlor besteht). — Dieses am meisten bekannte, benutzte, begehrte und vorkommende Salz bildet im Innern der Erdrinde unermeßlich weit ausgedehnte und bisweilen wahrhaft colossal mächtige Ablagerungsmassen, welche hie und da (z. B. am Südabhange der Pyrenäen bei Cardona) auch in Felsriffen aus der Erdoberfläche hervortreten, ferner wohlausgebildete Würfelkrystalle und eckige Körner, welche theils in Höhlungen der derben Salzmassen, theils in Gyps und Thon eingewachsen vorkommen, oder mehl- und schneeflockenähnliche Ueberzüge auf Lavamassen in der nächsten Umgebung von noch thätigen Vulcanen; endlich einen nie fehlen-

den Bestandtheil allen Meerwassers. — Im ganz reinem Zustande erscheint es farblos, durchsichtig und glasglänzend; sind aber seiner Masse Theilchen von anderen Substanzen beigemengt, dann zeigt sie sich trübe, weiß (z. B. von Gypsbeimengungen), ockergelb oder braunroth (von beigemischtem Eisenoxyd), grünblau (von Kupferoxyd), braun oder braungrau (von beigemengten erdigen oder erdharzigen Substanzen), bisweilen auch schön blau (von organischen Beimischungen). Solches durch chemische oder mechanische Beimengungen verunreinigte Salz hat auch nicht mehr den, für das Kochsalz so bezeichnenden, rein salzigen Geschmack; ja es entwickelt dann auch nicht selten beim Reiben einen eigenthümlichen Geruch nach Erdpech. — Nächst dem Geschmacke zeigt das reine Kochsalz noch die Eigenthümlichkeit, daß einerseits seine derben durchsichtigen Massen sich in lauter kleine Würfel zerschlagen lassen und andererseits namentlich das zerkleinte Salz an feuchter Luft zerfließt. Es gehört nemlich zu den im Wasser leicht löslichen Salzen, indem ein Theil desselben grade nur einen Theil Wassers zu seiner Lösung bedarf. Um so auffallender muß es daher erscheinen, daß große Massen des Steinsalzes selbst an feuchter Luft äußerlich immer so trocken erscheinen, daß sie beim Zerschlagen stäuben. Recht auffallend tritt diese Erscheinung bei den zu Tage stehenden Salzfelsen unweit Cardona oder auch bei den gewaltigen Steinsalzmassen im Innern der Salzbergwerke z. B. bei Staßfurt, Reichenhall, Hallein u. s. w. hervor. Um diese eigenthümliche Erscheinung sich zu erklären, muß man daran denken, daß alle Wassertropfen, welche von Außen her auf eine Steinsalzmasse fallen, rasch von allen innern Theilen der letzteren aufgesogen und dann so fein zertheilt werden, daß sie nicht mehr lösend auf das Ganze einwirken können. Nur wenn Wasser in solcher Menge einwirkt, daß alle Theile des Salzes rasch mit Wasser gesättigt werden können, tritt eine Lösung derselben

ein. — Unter den übrigen Eigenschaften des Kochsalzes sind namentlich noch folgende zu erwähnen: Seine Härte ist gering, so daß es sich schon durch den Fingernagel ritzen läßt; sein specifisches Gewicht ist = 2,1 — 2,2. Löst man es in warmem Weingeiste und zündet dann diesen an, so färbt es die Flamme des letzteren hochgelb. Das ist schon ein sehr gutes Erkennungsmerkmal des Kochsalzes, allein dasselbe zeigt nur den Natrongehalt dieses Salzes an. Wenn man aber eine Flüssigkeit, welche Kochsalz enthält, mit ein paar Tropfen Silberlösung versetzt, so entsteht zuerst eine milchige Trübung und dann ein flockiger, weißer, an der Luft sich allmählich schwärzender, Niederschlag, welcher den Chlorgehalt des Kochsalzes angibt. Durch diese, wie durch die erstgenannte, Reaction erkennt man also genau die beiden Bestandtheile unseres Salzes, nemlich das Natrium und das Chlor. — Man kann indessen das Kochsalz in einem Boden oder in einem Wasser, zumal wenn es in größerer Menge vorhanden ist, auch schon an gewissen Pflanzen, denen dieses Salz ein Lebensbedürfniß ist, und die sich darum immer auf einem salzhaltigen Boden ansiedeln, erkennen. Zu diesen Salzpflanzen gehört unter anderen das Glasschmalzkraut (Salicornia herbacca), der Stranddreizack (Triglochin maritimum), die Strandnelke (Arenaria maritima), die Strandsternblume (Aster tripolium) und die Seebinse (Scirpus maritimus).

Soviel über die Natur des Kochsalzes. — Betrachten wir nun auch noch die Orte und die Art seines Vorkommens in und auf der Erdrinde.

Wie oben schon angegeben, so bildet dieses Salz gewaltige Ablagerungsmassen im Gebiete der Sandstein, Gyps, Mergel, Kalkstein und Dolomit führenden Formationen, so vorzugsweise in der Zechstein-, Bundsandstein-, Muschelkalk-, Keuper- und Quadersandsteinformation. In der Regel lagert

es dann unter oder auch zwischen Schichtmassen von Thon, wasserfreiem und wasserhaltigen Gyps und Mergel. Atmosphärisches Wasser, welches durch Spalten und Ritzen allmählich zu solchen Steinsalzlagern gelangt, löst von denselben auf, fluthet das Gelöste fort und gibt es theils an Erdbodenarten und Gesteinslagen, die es durchsintert, so namentlich an thonhaltige Sandsteine, Schieferthone oder Mergel, ab, theils an Quellen, Bäche und Flüsse, welche es dem Oceane, diesem Sammelbecken aller im Wasser gelösten und geschlämmten Mineralsubstanzen, zuführen. Von diesem aus gelangt es durch Spalten ins Innere der Erde zu dem ewigthätigen Heerde der Vulcane, die es dann bei jeder ihrer Eruptionen theils in Dampfform wieder an die Erdoberfläche senden, theils mit ihren Steinschmelzen mischen, woher es auch kommt, daß die meisten der vulcanischen Felsarten in ihrer Masse mehr oder weniger, schon durch gewöhnliches Wasser auslaugbares, Kochsalz enthalten. Aber von dem Meere aus gelangt es endlich auch noch in alle die Bodenbildungen, welche seine, den flachen Strand überfluthenden, Wogen auf diesem letzteren absetzen und die üppigfruchtbaren Marschen darstellen.

§. 11. Salze, welche gewöhnlich in der Gesellschaft des Steinsalzes vorkommen. — Sowohl im Meereswasser, wie auch auf Steinsalzlagerstätten zeigen sich in der Gesellschaft des Kochsalzes mehrere Salzarten, welche theils innig mit dem letzteren gemischt erscheinen, theils selbständige Ablagerungen zwischen oder über den Steinsalzlagern bilden und namentlich aus Chlorcalcium, Chlorkalium und Chlormagnesium oder aus schwefelsaurem Kali, schwefelsaurem Natron und schwefelsaurer Magnesia bestehen. Alle diese Salze zeigen sich schon am Strande des Meeres da, wo in Bodenvertiefungen sich Meereswasser ansammelt und vollständig verdampft, aber in großer Mächtigkeit kommen sie in

manchen Steinsalzgebieten vor. Dieses ist z. B. der Fall in der prachtvollen Steinsalzformation bei Staßfurt in der preußischen Provinz Sachsen, wo sie über dem gewaltigen Steinsalzlager eine, aus abwechselnd weißen und rothen Lagen bestehende, 180 Fuß mächtige, Zone bilden. Da die Salze dieser Zone in der neueren Zeit vielfach, namentlich aber als Bodendüngungsmittel, benutzt werden, so sollen sie hier etwas näher beschrieben werden. Es gehört zu ihnen:

1) der Carnallit, welcher farblos, weiß oder durch beigemengtes Eisenoxyd fleisch- bis braunroth aussieht, häßlich laugenhaft schmeckt, sich leicht im Wasser löst und im reinen Zustande aus 36 Theilen Chlormagnesium, 27 Theilen Chlorkalium und 37 Theilen Wasser besteht, aber häufig auch 4,5 Proc. Chlornatrium, 2,3 Proc. Chlorkalium und etwas Gyps enthält. — Mit ihm verwachsen zeigt sich häufig der wachs- oder braungelbe, an der Luft sehr schnell zerfließende und aus Chlorcalcium und Chlormagnesium bestehende Tachydrit;

2) der Kieserit, welcher zwischen dem Carnallit 1—6 Zoll mächtige Lagen bildet, weiß oder graulich, seltner braunroth ist, sich im Wasser nur schwer löst und aus 58 Theilen Schwefelsäure, 29 Theilen Magnesia und 13 Theilen Wasser besteht;

3) der Kaïnit, welcher gelblich gefärbt ist, sich im Wasser leicht auflöst, widerlich bitter schmeckt und aus einem Gemenge von schwefelsaurer Magnesia und schwefelsaurem Kali besteht, häufig aber auch noch Kochsalz enthält.

§. 12. Der Salmiak oder das Chlorammonium. — Er ist ein farbloses, weißes oder durch beigemengte Kohlenstoff-Substanzen bräunlich gefärbtes Salz, welches aus 32 Proc. Ammoniak und 68 Proc. Salzsäure besteht, einen kühlenden, stechend salzigen, bisweilen auch etwas urinösen Geschmack zeigt und sich sehr leicht im Wasser löst.

Erhitzt man es auf einer glühenden Kohle, so verflüchtigt es sich vollständig; und reibt man es mit Aetzkali oder Natron zusammen, z. B. in einem Mörser, so entwickelt es einen starken Ammoniakgeruch.

In der Natur kommt dieses Salz hauptsächlich auf Klüften brennender Steinkohlenlager oder im Krater und in der nächsten Umgebung von noch thätigen Vulcanen vor. Außerdem aber zeigt es sich auch bisweilen in Bodenarten, welche mit dem Dünger von Zweihufern stark versorgt sind, ja in dem Dünger dieser Thiere selbst, so namentlich der Kameele. In der Regel bildet es dann an seinen Lagerorten flockige oder mehlige Ueberzüge, nicht selten von bedeutender Mächtigkeit, so z. B. in der Umgebung von tobenden Vulcanen. Auf Klüften tritt es auch in Wandüberzügen und Stalaktiten, aber selten nur in achtflächigen Krystallen auf.

Wenn nun auch der Salmiak nie als Gebirgsart oder Felsgemengtheil auftritt, so hat er doch für den Menschen einen hohen Werth, da er nicht nur als Medicin und zur Bereitung von Ammoniak benutzt wird, sondern auch ein kräftiges Nahrungsmittel für viele Pflanzen, z. B. für alle Obstbäume, abgibt.

§. 13. Die kohlensauren Alkalien. — Alle die zu ihnen gehörigen Salze sind farblos, weiß oder graulich, haben einen laugenhaften Geschmack, ätzen auch wohl die menschliche Haut, lösen sich leicht im Wasser und auch in Weingeist und werden durch jede andere Säure unter starkem Aufschäumen zersetzt und aufgelöst. Auf diese Weise bilden sie auch mit Schwefel- und Phosphorsäure Lösungen, wodurch sie sich von allen übrigen kohlensauren Salzen unterscheiden. — In dieser ihrer leichten Löslichkeit aber liegt nun auch der Grund, warum man sie so selten in namhaften Mengen in der Erdrinde antrifft. In einem mit Pflanzen bewachsenen Erdboden kommt noch dazu, daß die in

der Bodenfeuchtigkeit gelösten kohlensauren Alkalisalze gierig von den Wurzeln aller Pflanzen aufgesogen werden, da bekanntlich diese Salze ein Hauptnahrungsmittel für die Pflanzen sind. Ferner aber ist auch nicht zu übersehen, daß gerade die gelösten kohlensauren Alkalien die größte Begierde haben, mit jedem schwefel-, salpeter-, phosphor- und kieselsaurem Salze der alkalischen Erden und Schwermetalle, mit welchem ihre Lösungen in Berührung kommen, die Säuren zu tauschen. Und endlich werden sie vom Thon und jedem anderen thonhaltigen Bestandtheile des Erdbodens, ja selbst von allen Humussubstanzen begierig aufgesogen und festgehalten. Am ersten wird man sie daher noch bemerken, wenn man Thon- und Humussubstanzen mit heißem Wasser auslaugt und die hierdurch erhaltene Lösung bis zur Trockenheit eindampft.

Trotz allem dem spielen sie aber, wie aus dem eben Angegebenen schon hervorgeht, eine sehr wichtige Rolle in dem Reiche der Gesteine und Pflanzen, so daß man behaupten darf, daß in dem Gebiete der Erdrinde und des Erdbodens überall da die meisten Veränderungen in der Masse der Felsgesteine vor sich gehen und die Pflanzenwelt am üppigsten gedeiht, wo sich kohlensaure Alkalien fort und fort entwickeln. — Wo aber findet dieses Statt?

Eine Hauptquelle für die Bildung von kohlensauren Alkalien sind die kieselsauren Mineralien oder Silicate, welche neben kieselsaurer Thonerde auch kieselsaures Kali und kieselsaures Natron enthalten, wie dieses z. B. bei mehreren Feldspathen (Orthoklas und Oligoklas) der Fall ist. Wirkt auf diese Silikate Kohlensäure haltiges Wasser ein, so zieht dieses nach und nach alle Alkalien aus ihnen heraus und wandelt sie in kohlensaure Salze um, so daß von der Masse solcher Silicate zuletzt nur noch die kieselsaure Thonerde übrig bleibt, welche, nun mit Wasser verbunden, Thon bildet. Wo demnach Felsarten vorhanden sind, welche viele der obengenannten Silicate,

so namentlich Feldspathe, enthalten, da ist auch eine zwar langsam sprudelnde und nur wenig auf einmal spendende, aber unaufhörlich und auf lange Zeiträume wirksame Quelle für die Bildung von kohlensauren Alkalien vorhanden. Und ähnlich wie diese Felsarten in ihrer Gesammtmasse, so wirken nun auch ihre als Gerölle und Sandkörner in einem Erdboden auftretenden Trümmer. Ein mit Feldspath haltigen Steintrümmern, z. B. mit Granitsand, untermengter Boden besitzt daher in jedem seiner Sandkörner ein kleines Magazin, welches kohlensaure Alkalien producirt. — Wasser löst nun weiter die eben erst entstandenen Salze auf und leitet sie theils in die Tiefe, um sie zur Umwandlung der verschiedenen Erdrindenmassen zu verwenden, theils aufwärts in den Erdboden, um sie den Wurzeln der Pflanzen als willkommene Nahrung zu spenden. Die Pflanzen aber sammeln sie in ihrem Körper haushälterisch an und geben sie dann später, wenn ihre Körperglieder absterben und der Verwesung anheim fallen, dem Boden, der sie gepflegt und ernährt hat, im reichlichen Maaße zur weiteren Verwendung wieder zurück. So sind denn auch die auf einem Boden wachsenden, lebenden und sterbenden Pflanzen Magazine für die Bildung von kohlensauren Alkalien. Ein Boden wird daher keineswegs dieser Salze beraubt, wenn die auf ihm wuchernde Pflanzenwelt nur nicht in ihren Lebensverhältnissen gestört oder gehemmt wird; im Gegentheile wird sein Gehalt an diesen Salzen größer, denn die auf ihm wohnenden Pflanzen nehmen während ihres Lebens diese Salze nur in homöopathischen Mengen aus ihm und geben sie ihm bei ihrer vollständigen Verwesung in allopathischen Quantitäten wieder zurück.

Die in dem Gebiete der Erdrindenmassen am meisten vorkommenden kohlensauren Alkalien sind nun namentlich folgende:

1) Das kohlensaure Kali (oder die Potasche), welches stets nur im Wasser aufgelöst vorkommt, aber auch

da nur in sehr kleinen Mengen, weil es am meisten nicht nur von allen Pflanzen aufgesogen wird, sondern auch vermöge seines stark basischen Oxydes am gierigsten nach allen möglichen Säuren ist, ja sogar andere, noch keine Säuren besitzende, Stoffe zur Säurenbildung anregt und dann unter Ausstoßung seiner Kohlensäure sich mit der neuen Säure verbindet. In dieser Weise regt es Schwefelmetalle zur Bildung von Schwefelsäure sowie Stickstoff haltige Organismenreste und Ammoniak zur Bildung von Salpetersäure an und bildet alsdann mit diesen Säuren schwefel- und salpetersaures Kali. — Am ersten zeigt es sich noch in Quellwassern, welche aus kalireichen Gesteinen hervortreten, oder im Wasser von Bodenarten, welche reich an verwesenden Pflanzenresten sind. Um sein Vorhandensein, z. B. in einem Boden, ausfindig zu machen, muß man eine Hand voll Erde mit warmen Wasser auslaugen, dann die Flüssigkeit abfiltriren und bis zur vollständigsten Trockenheit abdampfen. Löst man dann den übrig gebliebenen Rückstand wieder mit wenig warmen Wasser und heißem Weingeist, so brennt dieser letztere mit röthlich violetter Farbe, sobald man ihn anzündet. Außerdem aber kann man das Kali auch noch daran erkennen, daß bei seinem Vorhandensein ein weißer Niederschlag entsteht, sobald man einige Tropfen Weinsteinsäure zusetzt und umrührt, während ein strohgelber Niederschlag sich bildet, wenn man zu einer Kali haltigen Lösung ein paar Tropfen Platinlösung fügt. Endlich läßt sich auch der Kaligehalt eines Bodens an den wild auf denselben wachsenden Pflanzenarten, unter denen sich namentlich der Erdrauch (Fumaria officinalis) und der Ackergauchheil (Anagallis) bemerklich machen, erkennen.

2) Das kohlensaure Natron (oder die Soda), ein farbloses oder weißes, scharf laugenhaft schmeckendes und im Wasser leicht auflösliches, Salz, welches an der Luft zu Mehl zerfällt (d. h. verwittert) und im Weingeist gelöst die

Flamme desselben hochgelb färbt, mit Salzsäure aber unter starkem Aufschäumen sich löst und dann Kochsalz bildet. Es kommt in der Natur nicht selten vor, erscheint dann aber gewöhnlich mit anderen Salzen, so namentlich mit Kochsalz, Glaubersalz, Chlorkalium, Potasche und schwefelsaurem Kali, untermengt. In dieser Weise bildet es mehlähnliche oder auch flockige Ueberzüge auf Spalten und Klüften verwitternder Felsarten, welche unter ihren Gemengtheilen reichlich Natronfeldspathe (z. B. Oligoklas oder Labrador) enthalten, z. B. des Basaltes, Basalttuffes, Klingsteines, Trachytes, Trasses u. s. w. Außerdem aber findet es sich in dem Wasser des Meeres und manchen Seen (z. B. der sogenannten Natronseen Aegyptens und Asiens) und wird dann theils an den Ufern derselben in Krusten abgesetzt, theils bei deren Ueberfluthung dem Boden einverleibt, so daß es bei dem Austrocknen desselben oft schneeähnliche Ueberzüge auf seiner Oberfläche bildet, wie dieses z. B. der Fall ist bei manchen Marschländereien am Strande des Meeres, aber noch mehr in den Ebenen Ungarns bei Debreczin und in den asiatischen Steppenländern.

3) Das kohlensaure Ammoniak, ein Salz, welches im Wasser leicht löslich ist, auf glühenden Kohlen sich ganz verflüchtigt, mit Aetzkali zusammengerieben oder auch erwärmt einen sehr stark stechenden Geruch (Ammoniakgeruch) entwickelt und mit Salzsäure unter starkem Aufschäumen Salmiak bildet. Es entwickelt sich aus allen Stickstoff haltigen Organismenresten bei deren Zersetzung, aber es entsteht auch aus stickstofffreien Pflanzenresten bei deren Verkohlung, indem die Kohle derselben atmosphärische Luft nebst Wasserdunst in sich aufsaugt und durch Zusammenpressung derselben den Stickstoff der Luft nöthigt, mit dem Wasserstoff des Wasserdunstes sich zu Ammoniak zu verbinden, welches dann seiner Seits wieder die Kohle zur Bildung von Kohlensäure anregt, die sich nun mit dem Ammoniak verbindet. Quellen zur Bildung dieses

Salzes sind also in einem mit verwesenden Organismenresten wohl versorgten Erdboden oder in Torf-, Braun- und Steinkohlenlagern oder auch in Gesteinsschichten, welche von kohligen Substanzen durchdrungen sind, in Fülle vorhanden, aber trotz allem dem bemerkt man dieses Salz nur selten, ja nur ausnahmsweise, im Gebiete der Erdrindenmassen. Der Grund davon nun liegt nicht blos in der Begierde, mit welcher alle Pflanzen dieses kostbare Nahrungsmittel aufsaugen, auch nicht blos in der Flüchtigkeit dieses Salzes, sondern auch in der leichten Zersetzbarkeit desselben durch alle kohlensauren Salze des Kali, Natron und der Kalkerde. Sobald nemlich sich Ammoniak aus Stoffen entwickelt, welche zugleich eins der ebengenannten Salze enthalten, oder doch mit der Lösung eines dieser Salze in Berührung stehen, so treiben die starken Basen derselben das eben erst entstandene Ammoniak an sich durch Anziehung von Sauerstoff in Salpetersäure umzuwandeln, mit welcher sich nun diese Basen zu salpetersauren Salzen, also zu Kali-, Natron- oder Kalksalpeter, verbinden. Man kann diesen Salpeterbildungsproceß auf allen Kalk oder Kali haltigen Aeckern, welche vom Vieh beweidet und mit deren Unrath gedüngt werden, an dem Kalkmörtel von Mauern, an denen Hunde ihren Unrath absetzen, und an allen thierischen Abwürfen beobachten, welche mit Asche, die bekanntlich viel kohlensaures Kali enthält, gemischt werden.

§. 14. Die schwefelsauren Salze. — Alle hierher gehörigen Salze sind im Wasser lösliche Verbindungen der Schwefelsäure mit Metalloxyden und durch ihren widerlichen, bald bitterlich salzigen, bald süßlich zusammenziehenden, bald auch tintenartigen, Geschmack, sowie durch die meist schmerzhafte Einwirkung, welche sie auf den Magen ausüben, ausgezeichnet. Ganz besonders bezeichnend aber ist für alle, daß schon ein paar Tropfen Barytwasser in ihren Lösungen einen weißen, in zugesetzter

Salzsäure nicht wieder lösbaren, Niederschlag erzeugen.

Wenn auch mehrere der hierher gehörigen Salze, so das schwefelsaure Natron (oder das Glaubersalz) und die schwefelsaure Magnesia (oder das Bittersalz) schon fertig theils im Meereswasser, theils in Steinsalzlagern auftreten, so entstehen doch die meisten derselben noch gegenwärtig überall da, wo Schwefelmetalle durch Anziehung von Sauerstoff sich zu schwefelsauren Metalloxyden oxydiren. In dieser Weise bilden sich aus dem Eisen- oder Schwefelkies schwefelsaures Eisenoxydul oder Eisenvitriol, aus dem Schwefelkupfer, sei es nun Kupferglanz oder Kupferkies, schwefelsaures Kupferoxyd oder Kupfervitriol, aber auch in den Jauchen verwesender Organismenreste aus dem gewöhnlich in ihnen vorhandenen Schwefelkalium, Schwefelnatrium oder Schwefelammonium bei fortwährendem Zutritt von Luft schwefelsaures Kali, schwefelsaures Natron oder schwefelsaures Ammoniak, — lauter Salze, durch welche die Pflanze allein den Schwefel empfängt, welchen sie zur Erzeugung ihres Eiweißes und überhaupt ihrer Stickstoffsubstanzen braucht. So bilden also die Schwefelmetalle das Magazin, aus welchem die Natur das Material für die Bildung der schwefelsauren Salze entnimmt. Ganz besonders gilt dieses von den in den Massen der Felsarten so häufig vorkommenden Schwefelschwermetallen, so namentlich von dem überall sich bemerklich machenden Eisen- oder Schwefelkiese, einem wahren mineralischen Hans in allen Ecken. Aber die aus diesen Schwefelschwermetallen entstehenden und meist leicht im Wasser löslichen schwefelsauren Salze sind nicht sowohl durch sich selbst, als vielmehr dadurch von großer Wichtigkeit für die Massen der Erdrinde, daß sie alle kohlensauren und kieselsauren Mineralien, deren Hauptbestandtheile Kali, Natron, Baryterde, Kalkerde, Magnesia und Thonerde sind,

durch ihre Schwefelsäure in schwefelsaure Salze umwandeln, so daß also aus kohlensaurem Natron schwefelsaures oder Glaubersalz, aus kohlensaurem Baryt schwefelsaurer oder Schwerspath, aus kohlensaurem Kalk Gyps, aus kohlensaurer oder kieselsaurer Magnesia Bittersalz, aus kieselsaurer Kali-Thonerde Alaun wird. Wer weiß es, ob nicht vielleicht alle die letztgenannten Salze, vor allen das Bittersalz, der Gyps und Alaun zum größten Theile aus der Einwirkung von schwefelsauren Schwermetallsalzen auf Dolomit, Serpentin, Kakstein, Thonschiefer u. s. w. entstanden sind? —

Die wichtigsten dieser schwefelsauren Salze sind nun folgende:

1) Das Glaubersalz oder schwefelsaures Natron, ein leicht lösliches, widerlich und kühlend bitter schmeckendes Salz, welches ein treuer Begleiter des Steinsalzes ist und sich daher nicht blos in der Masse desselben selbst, sondern in den, dasselbe begleitenden, Gesteinsablagerungen, so namentlich in Gyps, Thon und Mergel, außerdem aber auch in Salzsoolen oder in Quellen, welche aus dem Gebiete der Steinsalzformation hervortreten, zeigt. Bei dem Gradiren der Salzsoole setzt es sich in Untermischung mit Gyps an den Reißigwellen der Gradirhäuser ab und beim Absieden der Salzsoole bildet es den Bodensatz in den Siedepfannen. Da es für viele Pflanzen ein vortreffliches Nahrungsmittel bildet, so namentlich für die Hülsenfrüchtler, so wird es in Untermischung mit Gyps als Dornenstein häufig zum Düngen der Aecker gebraucht.

2) Das Bittersalz oder die schwefelsaure Magnesia, ein häßlich salzig bitter schmeckendes Salz, welches in seinen Lösungen nicht nur mit Barytwasser, sondern auch mit phosphorsauren Natron einen weißen, unlöslichen Niederschlag bildet. Es entsteht überall da, wo Lösungen von schwefelsauren Metalloxyden, z. B. von Eisenvitriol auf kohlensaure oder kieselsaure Mineralien, welche viel Magnesia ent-

halten, einwirken. Ganz vorzüglich ist dieses der Fall bei allen Eisenkies haltigen Dolomitmergeln, Dolomiten, Chloritschiefern, Serpentinen und Grünsteinen. Darin liegt der Grund, warum dieses Salz so häufig nicht blos als mehliger Beschlag auf den Klüften dieser Gesteine, sondern auch in dem auf diesen Gesteinen lagernden Boden und in den aus ihnen hervortretenden Quellen vorkommt.

3) Der Alaun, ein im Wasser leicht lösliches, süßlich zusammenziehend schmeckendes und in regelmäßigen Achtflächnern krystallisirendes, Doppelsalz, welches aus einem Theile schwefelsaurer Thonerde, einem Theile schwefelsauren Alkalis (Kali, Natron oder Ammoniak) und 24 Theilen Wassers besteht. Er bildet theils faserige Platten, theils mehlige Beschläge auf Gesteinsklüften oder auch an der Oberfläche von solchen Felsarten oder Bodenmassen, aus deren Zersetzung er durch den Einfluß von vitriolescirenden Schwefelmetallen, namentlich von Eisenvitriol, entsteht. Am häufigsten zeigt er sich in dieser Weise an oder in Thonschiefern und Schieferthonen, welche stark von Schwefelkiesen durchzogen sind, oder auch auf dem Grunde von Mooren und streng thonigen Bodenarten oder in den schwarzen, oft von Einfachschwefeleisen durchzogenen, Thonschlammmassen alter Cloaken und stehender Wasserpfuhle. Man kann ihn leicht daran erkennen, daß in dem Wasser, mit welchem man die genannten Mineralmassen ausgelaugt hat, zunächst mit Ammoniak ein weißer, in Kalilauge wieder lösbarer, dann mit Barytwasser ein weißer, unlöslicher Niederschlag entsteht.

4) Der Eisenvitriol oder wasserhaltiges schwefelsaures Eisenoxydul, ein gewässert blaugrünes, an der Luft sich gelb überziehendes, leicht lösliches, tintenartig schmeckendes Salz, welches mit Galläpfeltinctur eine blaß schwarzblaue Tinte und mit gelbem Blutlaugensalze einen blauen Niederschlag gibt. Es bildet auf Klüften von Eisenkies haltigen Gesteinen grüne oder ockergelbe Ueberzüge und Stalaktiten, aber auch fast wie

Schimmel aussehende haarige Beschläge, und entsteht, wie schon angegeben, stets aus der Oxydation von Eisenkiesen. Der Schlamm von Mooren, alten Cloaken, Teichen und auch nicht selten vom Meere ist oft reich an schwarzen Körnchen von Schwefeleisen, so daß er faßt wie Schießpulver aussieht (— sogenannte Pulvererde —). Breitet man diesen Schlamm an der Luft aus, so überzieht er sich bald mit einem haarigen, nach Tinte schmeckenden, Ueberzuge von Eisenvitriol; pflügt man ihn aber, ehe sich sein Schwefeleisen hat oxydiren können, unter Ackererde, so entzieht er allen auf derselben wachsenden Pflanzen, sowie auch den Düngstoffen des Bodens den ihnen nöthigen Sauerstoff, weshalb man ihn auch Bettelerde nennt. — Auf Pflanzen scheint überhaupt der Eisenvitriol nicht gut einzuwirken, dagegen übt er auf alle in einem Boden vorkommenden, unlöslichen Mineralsubstanzen in sofern einen guten Einfluß aus, als er sie zersetzt und in lösliche schwefelsaure Salze umwandelt, während er dabei selbst gewöhnlich in eine unlösliche Substanz umgewandelt wird. In manchen Fällen indessen wird er grade durch diese umwandelnde Kraft recht schädlich für die Fruchtbarkeit eines Bodens. Kommt er nemlich in dem letzteren mit den kohlensauren oder auch phosphorsauren Salzen der Alkalien und der Kalkerde in Berührung, so wandelt er diese, wie oben schon gezeigt worden ist, in lösliche schwefelsaure Salze um, während er selbst zu kohlensaurem oder phosphorsaurem Eisenoxydul, also zu einem unlöslichen Salze wird, welches sich an allen Pflanzenwurzeln absetzt und sie mit einer festen, undurchdringlichen und sie tödenden Rinde umschließt und außerdem auch bei hinreichender Menge eine feste, undurchdringliche Lage in dem Boden bildet, welche alles Wurzelwachsthum der Pflanzen hemmt. In diesem Falle also kann der Eisenvitriol zum Bildungsmittel des von jedem Pflanzenzüchter so gefürchteten und gehaßten Raseneisensteines werden.

§. 15. Die salpetersauren Salze oder Salpeterarten. — Lauter im Wasser leicht lösliche, unangenehm salzig kühlend schmeckende, auf glühenden Kohlen mehr oder weniger lebhaft verpuffende und umherspritzende Salze, welche vorherrschend aus der Verbindung der Salpetersäure mit Kali, Natron, Ammoniak oder Kalkerde entstehen, wonach man unter ihnen Kali-, Natron-, Ammoniak- und Kalksalpeter unterscheidet. Im Allgemeinen entstehen sie in der Natur überall da, wo faulige oder verwesende Stickstoff haltige Organismenreste mit kohlensaurem Kali, Natron, Kalk u. s. w. in Berührung treten, indem, — wie auch schon bei dem kohlensauren Ammoniak erwähnt worden ist — die nach starken Säuren gierigen Basen der genannten Carbonate den Stickstoff oder auch das schon aus ihm entstandene Ammoniak anregen, durch Sauerstoffanziehung Salpetersäure zu bilden, mit welcher sie sich dann unter Ausstoßung ihrer Kohlensäure zu Salpeter verbinden. Am meisten findet dieses statt in Bodenarten, welche Kalk oder verwitterte Feldspathtrümmer enthalten oder künstlich mit Kalkschutt, Asche oder Seifensiedeabfällen gemengt worden sind, sobald diese Bodenarten von Viehheerden beweidet oder tüchtig mit thierischem Dünger versorgt werden. Aber auch in Klüften und Höhlungen von Kalksteingebirgen, von leicht verwitternden Trachyt-, Phonolith- und Basalttuffbergen findet man bisweilen Ueberzüge von Salpeter in beträchtlicher Menge, sobald die Wände dieser Klüfte von thierischen Fäulnißflüssigkeiten oder Düngerjauchen berieselt werden. Berühmt durch die Menge ihres Kalisalpeters ist die Umgegend von Kálló in Ungarn, von Belgrad, Homburg, Algerien u. s. w., während in den Thon- und Sandablagerungen bei Iquique und Tarapaca im Departement Arequiba in Bolivien große Massen von Natron- oder Chilesalpeter vorkommen. Am meisten jedoch macht sich der Kalksalpeter bemerklich. An Mauern, welche aus Kalk-

stein oder kalkhaltigen Sandsteinen bestehen und an den mit Kalkmörtel belegten Wänden der Viehställe zeigt sich derselbe gar bald als ein mehlartiger Ueberzug, sobald dieselben mit den Flüssigkeiten thierischer Abfälle oder auch mit den Ammoniak haltigen Dünsten dieser letzteren in Berührung kommen; ja an den Wänden der menschlichen Wohnzimmer bildet sich derselbe, wenn dieselben mit einem Mörtel bekleidet worden sind, welchem Kuhhaare als Kittungsmittel beigemengt worden waren. Wem ist nicht der Kehr- oder Mehlsalpeter oder Mauerfraß bekannt? Er besteht vorherrschend aus Kalksalpeter. —

Große Verehrer aller Salpeterarten sind übrigens alle zweihufigen Säugethiere. Werden sie durch die Straßen der Städte und Dörfer getrieben, so untersuchen und belecken sie alle Wände der Mauern und Häuser, wo vielleicht durch den flüssigen Unrath eines Hundes irgend eine Spur von Kalksalpeter entstanden ist. Aber eben so sehr werden diese Salpeterarten von den Pflanzen begehrt. Sie brauchen dieselben zur Bildung ihres Eiweißes, Kaseïns und Fibrins. Daher kommt es auch, daß an allen, aus thierischen und pflanzlichen Resten in Untermengung mit Trümmern von Kalk oder auch mit Asche bestehenden, Schutthaufen sich ein üppig wachsendes Volk von Brennnesseln, schwarzem Nachtschatten, Schöllkraut, Stechapfel und Schwämmen, vor allen von Champignons, kurz von lauter, nach Stickstoff reicher Nahrung begierigen, Gewächsen behaglich ansiedelt. Alle diese Pflanzen deuten demnach auf Salpeter im Boden hin; will man aber auf sichere Weise denselben ausfindig machen, so darf man nur eine kleine Probe eines Bodens auf glühende Kohlen streuen, beim Vorhandensein von Salpeter spritzt dann derselbe mit Funkensprühen umher; oder man versetzt ein Pröbchen des aus dem Boden ausgelaugten Wassers mit einem Krümchen grünen Eisenvitriols und ein paar Tropfen Schwefelsäure: wird der Eisenvitriol braun, so zeigt dieses Salpetersäure an.

II. Die Spathe.

§. 16. Im Allgemeinen. — An die im Wasser leicht löslichen Salze schließen sich diejenigen Mineralien an, welche in reinem Wasser gar nicht oder doch nur sehr wenig lösbar erscheinen, sich aber gewöhnlich noch in Säuren (z. B. in Salzsäure) oder auch in den Lösungen von kohlensauren Alkalien (z. B. von Soda) zersetzen lassen und vorherrschend aus der Verbindung von Kohlen-, Schwefel- und Phosphorsäure mit Kalkerde, Baryterde, Magnesia oder auch mit Eisen- oder Manganoxydul bestehen, dabei aber auch das Eigenthümliche haben, daß sich ihre Krystalle und krystallinischen Massen in rhomboëdrische, rectanguläre oder rhombisch-tafelförmige Theilkrystalle zerschlagen oder zerspalten lassen (woher auch ihr Namen: „Spathe" rührt).

Die meisten von diesen Spathen kommen gewöhnlich in der näheren Umgebung der im Vorigen beschriebenen Salze vor, sind in vielen Fällen das Bildungsmittel derselben und bilden meist weit ausgedehnte Berg- oder Gebirgszüge.

Die wichtigsten von ihnen sind folgende:

§. 17. Der Gyps oder das schwefelsaure Kalkerdehydrat (auch Gypsspath, Alabaster, Frauenglas genannt). — Der Gyps kommt theils in Krystallen, theils auch in derben Massen von oft gewaltiger Mächtigkeit vor. Seine Krystalle bilden entweder kurze schiefe Säulen, welche gewöhnlich an ihren breiten Seiten von zwei rhomboïdalen Flächen begrenzt werden, während sie an jeder ihrer schmalen Seiten zugeschärft erscheinen (s. Fig. 1.), oder lange dünne Stangen, welche theils strahlig, theils parallel mit einander verwachsen sind und so im ersten Falle stern- oder blumenförmige Gestalten (als Stern- und Blumengyps), im zweiten Falle aber stengelige oder faserige

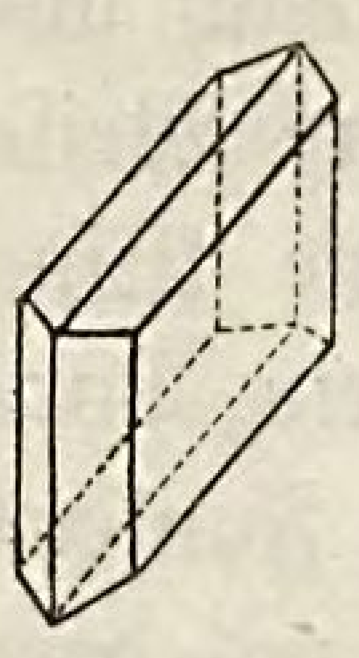


Fig. 1.

Aggregate (als Stangen-, Faser- und Seidengyps) darstellen. Die derben Massen des Gypses aber zeigen sich je nach der Gestalt der sie zusammensetzenden Gypstheile theils späthig, wenn sie sich in lauter rhomboïdale Tafeln und Blätter zerspalten lassen (z. B. der Gypsspath oder späthige Gyps, welcher auch unter dem Namen Frauen- oder Marienglas bekannt ist), theils krystallinisch- oder zuckerkörnig, wenn sie aus lauter kleinen Krystallkörnern bestehen und oft dem Zucker sehr ähnlich sind (z. B. der sogenannte Alabaster), theils ganz dicht, so daß ihre Theile wie Staub aussehen (der gemeine Gyps). Mag nun aber der Gyps krystallisirt oder derb sein, immer ist er leicht an folgenden Merkmalen erkennbar: Er ist so weich, daß er sich schon vom Fingernagel ritzen läßt, dabei so milde, daß man aus seinen Massen leicht alle möglichen Gestalten schneiden, drechseln oder schleifen kann. Sein sp. Gewicht beträgt 2,3 bis 2,4. — Der krystallisirte und späthige Gyps ist in dünnen Platten und Blättern farblos, durchsichtig und stark glasglänzend; der stengelige und faserige aber ist meist weiß, durchscheinend und glas- bis seidenglänzend; der körnige und dichte endlich zeigt sich theils schneeweiß und glänzend oder auch matt, theils durch Beimischungen von Eisenoxyd, erdigen Theilen oder erdpechartigen Substanzen ockergelb, braunroth, rauchbraun oder erdgrau gefleckt, gestreift oder geadert. — Recht bezeichnend für ihn ist sein Verhalten gegen Hitze, Wasser und chemische Reagentien. Erhitzt man ein Stückchen Gyps in einer Glasröhre, so schwitzt es so viel Wasser aus, daß die Wände der Röhre ganz naß werden. Dabei wird der Gyps selbst so mürbe, daß er sich schon zwischen den Fingern zu Mehl zerreiben läßt; ja der durchsichtige wird dabei ganz undurchsichtig und glanzlos. Schüttet man nun auf solchen gebrannten Gyps viel Wasser, so bildet er zwar anfangs eine Milch, später aber wird er wieder ganz hart. Die Anwendung des Gypses

zu Mörtel und Gypsfiguren gründet sich auf diese Eigenschaft desselben. Wenn man aber so viel Wasser auf das Gypspulver schüttet, daß etwa auf 1 Theil Gyps 400 Theile Wasser kommen, dann löst es sich ganz auf. Demnach ist doch der Gyps im Wasser löslich, wenn er auch große Mengen desselben braucht. Eigenthümlich ist es, daß der Gyps sich in Wasser, in welchem sich aufgelöstes Koch- und Glaubersalz befindet, weit leichter und in größerer Menge löst, als in reinem Wasser. Gegen Säuren dagegen ist er scheinbar ganz unempfindlich, durch kochende Potasche aber wird er zersetzt und in kohlensauren Kalk umgewandelt, während die Potasche zu schwefelsaurem Kali wird. — Chemischer Bestand: Der reine Gyps enthält in 100 Theilen seiner Masse 46,5 Schwefelsäure, 31,6 Kalkerde und 20,9 Wasser.

Vorkommen. Der Gyps bildet bedeutende Ablagerungen in den verschiedenen Formationen der Erdrinde; am massigsten jedoch tritt er auf in der Formation des Zechsteins, Bundsandsteines, Muschelkalkes und Keupers. In der Regel steht er dann im Verbande mit thonigen, abwechselnd grau, ockergelb und rothbraun gefärbten Mergelschichten, Dolomiten, Thonlagern und auch wohl Steinsalzstöcken und zwar in der Weise, daß über ihm zunächst Mergel und dann zu oberst Dolomit, unter ihm aber entweder wasserfreier Gyps (Anhydrit) oder sogleich Thon und Steinsalz lagert. Außerdem finden sich seine krystallinischen, späthigen und faserigen Abarten gar nicht selten nester-, platten- und adernweise in Rissen, Spalten und Höhlungen von Thonablagerungen oder auch gradezu in der Masse dieser letzteren eingebettet. Endlich aber zeigt er sich häufig im Boden- und Quellwasser aufgelöst und dann gar nicht selten in solchem, welches in gar keinem Verband mit irgend einer Gypsablagerung steht. Wüßte man nun nicht, daß überall da, wo vitriolescirende Eisenkiese und deren Lösungen mit Kalkerde haltigen Minera-

lien, — mögen diese nun zu den Arten des Kalksteins und Dolomites oder der Feldspathe, Hornblenden und Augite gehören, — in Berührung kommen, Gyps gebildet wird, so würde man sich sein Erscheinen nicht blos in dem Wasser gar vieler, nicht aus Gypslagern kommender, Quellen, sondern auch in den Spalten von Basalten, Serpentinen, Grünsteinen, Graniten und Thonlagern nicht erklären können. Recht auffallend tritt diese eigenthümliche Bildung von Gyps durch Eisenvitriol in Mergelmassen, welche Eisenkiese enthalten, hervor; denn überall in diesen Mergeln erscheint der kohlensaure Kalk derselben da, wo er mit den Lösungen der vitriolescirenden Eisenkiese in Berührung kam, in Gyps umgewandelt, so daß nun die Masse derselben nicht mehr aus kohlensaurem Kalk und Thon, sondern aus Gyps und Thon, also aus sogenanntem Gypsmergel oder Thongyps besteht.

Bedeutung des Gypses im Haushalte der Natur. — Obgleich nach dem eben Mitgetheilten der Gyps als Felsart eine nicht unbedeutende Rolle spielt, so ist er doch als Bodenbildungsmittel nur von vorübergehendem Werthe, indem er verhältnißmäßig bald vom Wasser des Bodens aufgelöst wird, zumal wenn der ihn besitzende Boden eine feuchte Lage hat oder vorherrschend aus Thon oder Lehm besteht. In diesem Falle wird überhaupt ein Boden sich nur dann immer gypshaltig zeigen, wenn er entweder unmittelbar auf oder an dem Fuße von Gypsfelsmassen lagert. Indessen grade in der Löslichkeit des Gypses liegt nun sein hoher Werth für das Pflanzenleben; denn durch diese wird er der Hauptspender des Schwefels, welchen die Pflanzen zur Erzeugung des Eiweißes hauptsächlich in ihren Samen brauchen.

Um übrigens das Vorhandensein von Gyps im Brunnen- oder Bodenwasser zu beobachten, versetzt man ein Pröbchen des letzteren mit einigen Tropfen Barytwasser und ein

zweites mit oxalsaurem Ammoniak: Entsteht in beiden Fällen in dem Wasser ein weißer Niederschlag, so ist Gyps in demselben vorhanden.

§. 18. Der Anhydrit oder Muriazit, ein treuer Gefährte des Gypses und wie dieser aus Schwefelsäure und Kalkerde bestehend, aber kein Wasser (daher auch sein Namen, welcher auf deutsch „ohne Wasser" bedeutet) enthaltend, weshalb er auch bei seiner Erhitzung in einer Glasröhre diese letztere nicht mit Wassertröpfchen beschlägt. Aber grade durch diese Eigenschaft, sowie auch durch seine größere Härte, der zu Folge er sich nicht wie der Gyps vom Fingernagel ritzen läßt, ist er am leichtesten von diesem letzteren zu unterscheiden. In seiner Farbe dagegen ist er dem Gypse meistens sehr ähnlich, wiewohl man ihn auch häufig blaulich oder blaulichgrau gefärbt findet.

Wohl in jedem mächtig entwickelten Gypsstocke ist Anhydrit zu finden; in der Regel bildet er dann entweder den Kern oder die unteren Lagen der Gypsmasse. Am meisten jedoch und am mächtigsten entwickelt zeigt er sich dann, wenn unter dem Gypse Steinsalzlager auftreten; in diesem Falle bildet er theils Zwischenlager zwischen, theils die unmittelbare Decke über diesen letzteren, so daß man vermuthen möchte, daß er aus der Entwässerung des Gypses durch das mit diesem in Berührung stehende und immer nach Wasser gierige Steinsalz entstanden ist.

Zur Bereitung von Mörtel ist übrigens der Anhydrit sowenig wie zum Düngen der Felder zu gebrauchen, einerseits weil er durch das Brennen härter wird und sich nur schwer pulvern läßt, andererseits weil er als Pulver mit Wasser weder einen Schlamm bildet, noch sich in ihm lösen läßt. Aber eben aus diesem Grunde muß man ihn kennen lernen, damit man ihn vom Gyps unterscheiden kann und nicht von Gypshändlern betrogen wird.

Bemerkung. Der Betrug mit Düngmitteln ist heutigen Tages sehr zur Mode geworden. Ganz besonders aber ist dieses der Fall mit dem Gypse, Mergel und Phosphorit. Es ist darum gut, daß man nicht blos die brauchbaren, sondern auch die unbrauchbaren Düngmittel kennen lernt. Zu diesen letzteren gehört nun außer dem Anhydrit auch noch der Schwer- oder Barytspath, ein in seinem Ansehen theils dem Gyps-, theils dem Kalkspathe sehr ähnliches Mineral, welches aus 55,4 Baryterde und 34,6 Schwefelsäure besteht und durch sein großes specifisches Gewicht, welches = 4,3 bis 4,8 beträgt, ausgezeichnet ist, aber sich vom Gypse und Kalk (also auch vom Mergel) außer seiner großen Schwere noch unterscheidet

1) durch größere Härte, indem er sich nicht vom Fingernagel ritzen läßt und den Kalkspath ritzt;

2) durch seine Wasserlosigkeit und gänzliche Unlöslichkeit im Wasser;

3) durch seine Unempfindlichkeit gegen Säuren, indem er nicht wie der Kalkspath beim Betropfen mit Salzsäure aufschäumt.

§. 19. Der phosphorsaure Kalk. (Apatit und Phosphorit.) a) Im Allgemeinen. — Der phosphorsaure Kalk bildet zwar in keiner, bis jetzt bekannt gewordenen Felsart einen wesentlichen Gemengtheil, ja auch für sich allein nicht einmal Erdrindemassen von bedeutender Mächtigkeit und Verbreitung; trotzdem aber ist er ein wichtiges Mineral, denn er ist es, welcher der Pflanzenwelt ihren Bedarf an Phosphor und durch diese den Thieren das Hauptmaterial zur Bildung ihres Knochengerüstes und anderer Körpertheile liefert. Wohl ist er daher ein von jedem Pflanzenzüchter geschätztes und gesuchtes Mineral und deshalb einer näheren Betrachtung werth.

Er tritt theils in — gewöhnlich kurzen — sechsseitigen Säulenkrystallen, theils in stängeligen oder faserigen oder auch nieren-, trauben- oder stalaktitenförmigen Aggregaten, theils in derben Massen mit dichten oder porösen Gefüge auf. Seine Masse ist spröde, läßt sich wohl vom Glase, aber nicht oder nur schwer vom Messer ritzen und zeigt ein spec. Gewicht = 3,13 bis 3,24. Von Farbe erscheint er

theils gelblich- oder bläulichgrün, theils graulich-, gelblich- oder röthlichweiß, bisweilen auch gradezu braun oder grau, aber im Ritze stets weiß. — In Salz- und Salpetersäure löst er sich leicht und vollständig auf. In seinen Lösungen entsteht dann durch Barytwasser ein weißer, in Salzsäure wieder löslicher, durch Silberlösung ein schön gelber oder gelblichweißer, durch Eiweißlösung aber kein Niederschlag. Ebenso erzeugt Salmiak, Ammoniak und Bittersalz in denselben einen weißen Niederschlag, so lange sie nicht sauer reagiren; ist dieses letzte aber der Fall, dann entsteht durch Eisenchlorid und essigsaures Natron ein solcher Niederschlag. Alle diese Reaktionen zeigen das Vorhandensein von Phosphorsäure an; dagegen zeigt der weiße Niederschlag, welchen oxalsaures Ammon in den Lösungen des phosphorsauren Kalkes erzeugt, die Gegenwart von Kalkerde an. — Phosphorsäure und Kalkerde sind demnach die Hauptbestandtheile unseres Minerales. Außerdem aber besitzt es häufig auch Fluor oder statt dessen Chlor. Der erste dieser beiden Bestandtheile färbt ein feuchtes Fernambukpapier gelb, wenn man ein Pröbchen des Minerales mit etwas geschmolzenen und gepulvertem Phosphorsalz in einer offenen Glasröhre erhitzt; das Chlor dagegen bildet mit Silberlösung in der salpetersauren Lösung des Minerales einen weißen, in Ammoniak sich wieder lösenden Niederschlag.

Außer in Salz- oder Salpetersäure löst sich der phosphorsaure Kalk nun auch noch in Flüssigkeiten, welche humin- und quellsaure Alkalien (namentlich quellsaures Ammoniak) enthalten, wie dieses z. B. der Fall ist bei der Düngerjauche. Ob er sich aber auch in Kohlensäure haltigen Wasser löst, ist noch zweifelhaft; wenigstens soll nach G. Bischof 1 Theil gepulverten Apatites bei ruhigem Stehen 393,000 Theile solchen Wassers zu seiner Lösung brauchen.

b) Von dem phosphorsaurem Kalke sind hauptsächlich folgende Arten zu unterscheiden:

1) Der Apatit oder Spargelstein, welcher in sechsseitigen Säulen krystallisirt und auch in derben Massen vorkommt, gewöhnlich gelb- oder blaugrün (spargelgrün) gefärbt, nicht selten aber auch weißlich, erscheint und sich gewöhnlich theils eingewachsen im Granit, Gneiß, Glimmer- und Chloritschiefer oder auch im Dolerit, Basalt, Phonolith und Trachyt, theils auf Gängen und Lagern im Gebiete dieser ebengenannten Gesteine zeigt.

2) Der Phosphorit, welcher derbe Massen mit körnigem, faserigen oder dichtem Gefüge, stalaktitische Ueberzüge oder auch länglich eirunde Knollen von weißlicher, gelblicher, röthlicher, brauner oder grauer Farbe bildet und in der Regel neben seiner Kalkerde auch noch Eisenoxyd, Thonerde und Magnesia, sowie neben seiner Phosphorsäure auch noch Kohlensäure, ja bisweilen auch noch etwas Schwefelsäure enthält, weßhalb man ihn in vielen Fällen als ein Gemisch von eigentlichen Apatit mit kohlensaurem Kalk betrachten muß. Von ihm unterscheidet man:

α) den Osteolith oder Knochenstein, welcher weiß, erdig und knochenähnlich aussieht und kleine Lager und Nester im Gebiete der Basalte, Dolerite, Phonolithe und Trachyte bildet;

β) den thonigen Knollenphosphorit, welcher ein mit Thon, Kalk-, Magnesia und Eisenoxydulcarbonat verunreinigter Fluor-Apatit zu sein scheint und lagenweise vertheilte Knollen in den Mergel- und Thonschichten der Jura- und Kreideformation bildet;

γ) den gemeinen Phosphorit, welcher bald wie ein grauweißer Kalkstein, bald wie ein gelblichgrauer, poröser oder zelliger Dolomit aussieht, nicht selten auch Versteinerungen einschließt, nesterweise in den verschiedenen Kalkformationen

auftritt und häufig nichts weiter als ein, mit phosphorsaurem Kalk untermischter, Kalkstein, Dolomit oder auch Mergel ist.

Ueber die Benutzung des phosphorsauren Kalkes sei schließlich hier bemerkt, daß derselbe am schnellsten und besten als Düngmittel wirkt, wenn er pulverisirt und mit Mistjauche untermischt wird. Versuche haben gelehrt, daß Phosphorit- und Apatitpulver sich viel leichter in Düngerjauche löst, als Stücken dieses Minerales. Es verhält sich in dieser Weise grade wie Knochenpulver.

§. 20. Der Kalk (kohlensaurer Kalk; Calcit; Kalkspath; Aragonit; Kalkstein; Kalktuff; Marmor und Kreide). — Der kohlensaure Kalk ist unstreitig eins der interessantesten Mineralien des Erdkörpers nicht nur wegen seiner so verschiedenartigen Köperbildungen und Eigenschaften, sondern auch wegen seiner außerordentlichen Verbreitung in und auf der Erde und wegen des gewaltigen Einflusses, welchen er im Haushalte der Natur und namentlich des Pflanzen- und Thierreiches besitzt. Wohl ist es daher der Mühe werth, denselben recht genau kennen zu lernen.

Betrachten wir demgemäß zunächst seine Körperbildungen. —

Der kohlensaure Kalk tritt theils in Krystallen, theils in Aggregaten der verschiedensten Gestalt, theils in derben, mächtige Gebirge und weit ausgedehnte Länderstrecken zusammensetzenden, Massen auf.

Seine zahlreichen Krystallgestalten lassen sich, so verschiedenartig sie auch geformt erscheinen, doch immer nur von zweierlei Grundkrystallformen ableiten, nemlich

entweder von einem Rhomboëder, d. i. von einem schiefen, durch sechs gleichgroße, Rhombenflächen umschlossenen, Würfel; oder von einem rhombischen Achtflächner oder einer Doppelpyramide, welche von acht gleichgroßen, aber ungleichseitigen Dreiecken umschlossen ist und beim Abschlagen irgend einer Ecke eine rhombischen Fläche wahrnehmen läßt.

Man hat darum in der Mineralogie zweierlei Arten des kohlensauren Kalkes, nemlich

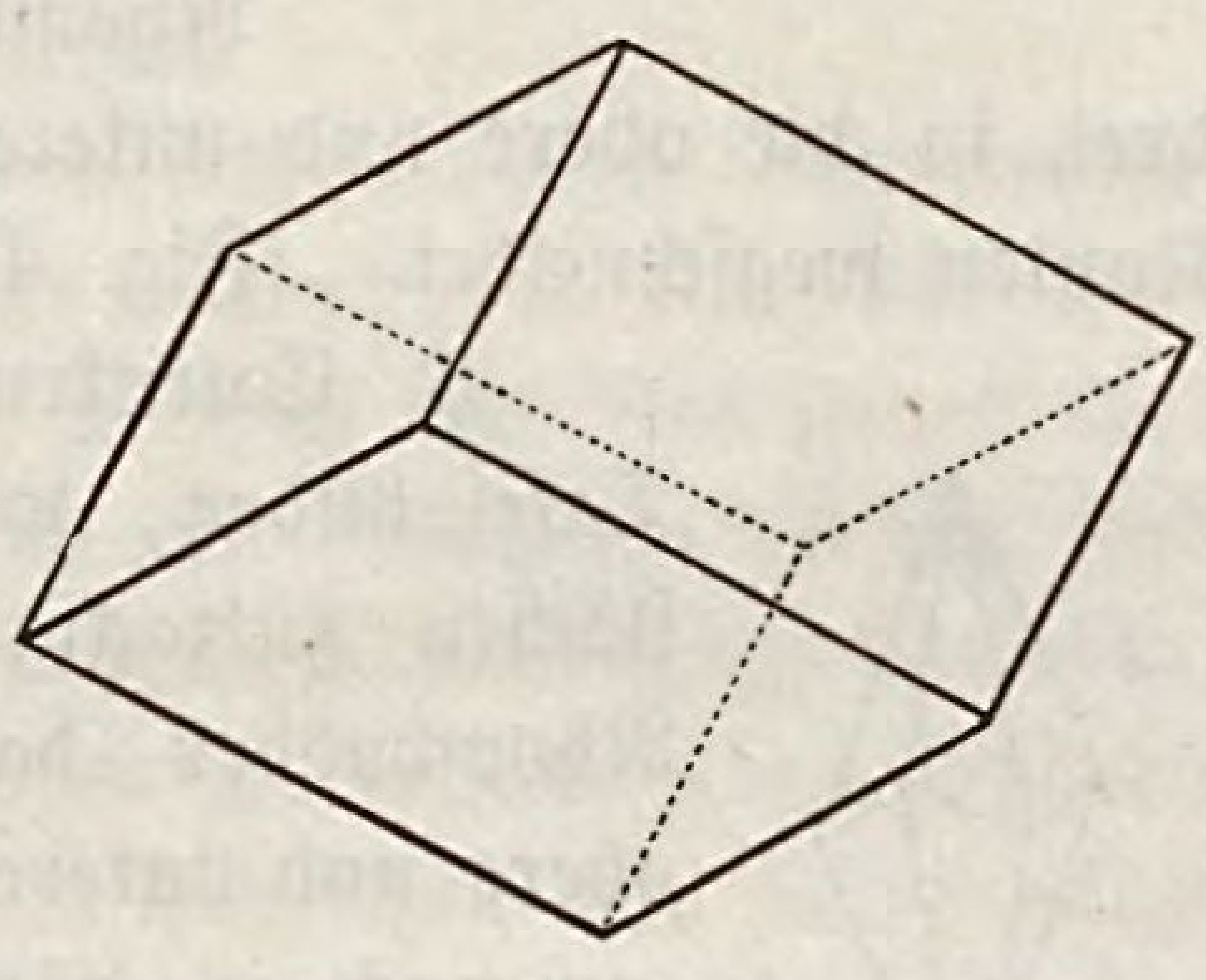
1) den Calcit oder Kalkspath, dessen Krystallgestalten sich alle von einem Rhomboëder ableiten lassen, und

2) den Aragonit, dessen Krystallformen sämmtlich von einem Rhombenoktaëder ableitbar erscheinen,

unterschieden. Beide Arten sind gleich interessant und beide von großer Bedeutung für Fels- und Bodenbildung, aber am meisten vorkommend und am weitesten verbreitet ist doch

1) der Calcit oder Kalkspath, dessen derbe Massen unter dem Namen Marmor oder Kalkstein allgemein bekannt sind.

Wenn man auf ein Stück späthigen Calcites schlägt, so zerspringt es in größere und kleinere Rhomboëder (Fig. 2), deren jedes beim Daraufschlagen abermals in kleinere schiefe Würfel zerspringt. Ganz dasselbe geschieht, wenn man irgend einen Calcitkrystall nach drei schief auf einander stehenden Richtungen zerspaltet. Man nennt daher das Rhomboëder die Grundgestalt des Calcites, aus welcher sich alle andere Krystallgestalten desselben ableiten lassen, je nachdem man entweder die Ecken oder die Kanten oder auch beide zugleich von diesem Rhomboëder abgeschnitten und durch Flächen ersetzt denkt. Die hierdurch entstehenden abgeleiteten Gestalten lassen sich daher in folgende Gruppen vertheilen:


Fig. 2.

1. Calcitkrystalle, welche eine sechsseitige Säule bilden, die an ihrem oberen und unteren Ende durch eine ziemlich stumpfe Pyramide begrenzt wird. (Fig. 3.) Ist diese Säule

nun durch Wegschnitt der zickzackig auf und absteigenden Mittelkanten des Rhomboëders entstanden, so bestehen ihre Pyramiden aus drei Rhombenflächen; ist sie aber durch Wegschnitt der sechs Mittelecke des Rhomboëders entstanden, so erscheinen diese Pyramiden von drei fünfeckigen Flächen begrenzt.

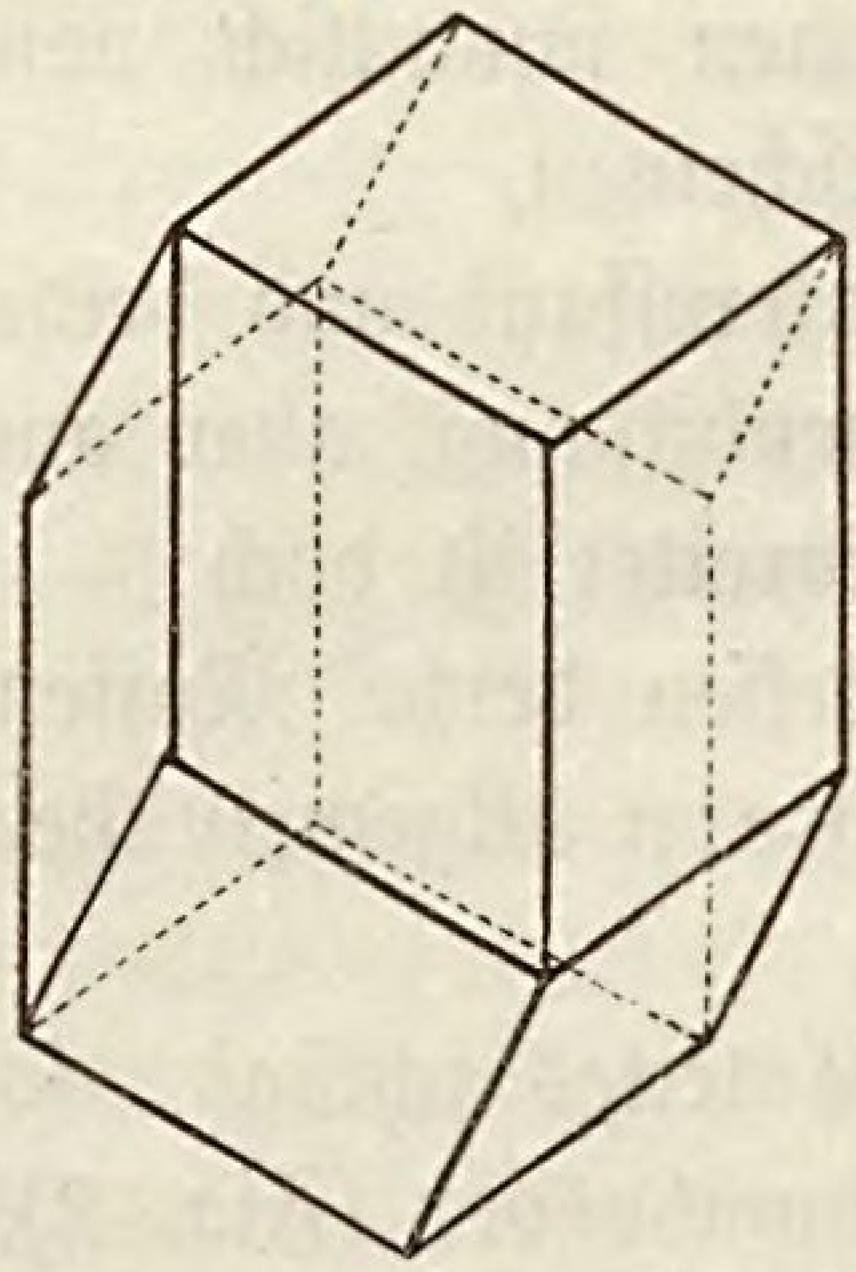


Fig. 3.

2. Calcitkrystalle, welche eine zwölfflächige Pyramide (oder sechsseitige Doppelpyramide) bilden, deren sechs Mittel- oder Querkanten zickzackig auf- und absteigen, so daß ihre Pyramidenflächen abwechselnd größer und kleiner sind. Diese Gestalten, welche man Skalenoëder nennt, entstehen aus dem Rhomboëder dann, wenn man seine drei, in die obere und untere Rhomboëderspitze ausgehenden, Kanten wegschneidet. (Fig. 4.)

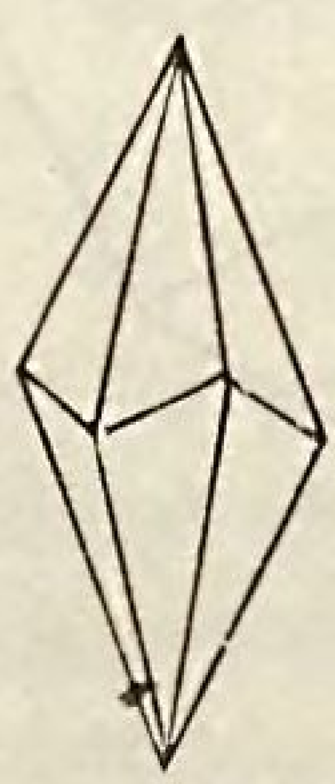


Fig. 4.

3. Calcitkrystalle, welche eine sechsseitige Tafel bilden, welche an ihren schmalen Seitenflächen zickzackig zugeschärft ist und aus dem Rhomboëder dann entsteht, wenn man seine obere nnd untere Spitze soweit wegschneidet, daß nur noch eine dünne Platte oder Tafel übrig bleibt.

Bemerkung. Man kann sehr leicht diese und andere Krystallformen erhalten, wenn man an einem aus Thon oder Wachs verfertigten Thonrhomboëder alle die eben angegebenen Schnitte in Wirklichkeit ausführt. Nur muß man das zu bearbeitende Rhomboëder stets so auf eine seiner Spitzen stellen, daß die zickzackig auf- und absteigenden sechs Mittelkanten quer vor dem Beobachter stehen.

Es sind übrigens im Vorstehenden nur die drei Hauptformen der Calcitkrystalle, auf welche sich alle anderen — bis

jetzt über 160 bekannt gewordenen — Formenarten zurückführen lassen, beschrieben worden. Diese Krystalle nun erscheinen theils (aber selten) einzeln ein= oder aufgewachsen, theils sind sie zu mancherlei, z. B. zu büschel=, garben=, rosetten=, treppen= oder gebißförmigen Gruppen oder Drusen miteinander verwachsen.

Außer in Krystallen tritt nun aber auch der Calcit noch in mannichfachen, aus Krystalltheilen zusammengesetzten Aggregaten, so z. B. in Krystallrinden und Schalen, in eiszackenförmigen Spitzen und Säulen oder sogenannten Stalaktiten und in hirse= bis erbsenkorngroßen Kugeln, welche gewöhnlich durch ein kalkiges oder auch mergeliges Bindemittel unter einander verkittet sind und dann viele der sogenannten Rogensteine oder Oolithe bilden, auf. Endlich bildet auch, wie oben schon angegeben worden ist, der Calcit derbe Massen, welche oft gewaltige Gebirge zusammensetzen.

Soviel über die Körperformen des Calcites. Betrachten wir nun seine physischen Eigenschaften. — Die Cohärenz des Calcites zeigt sich je nach der Art seines Gefüges verschieden. Seine Krystalle und späthigen Massen sind so spröde, daß nicht nur schon ein Hammerschlag hinreicht, um sie in lauter kleine Rhomboëder zu zersprengen, sondern auch schneidende Instrumente unter Knirschen nur kleine eckige Stückchen von ihnen abzutrennen vermögen; dagegen lassen sich die derben, körnigen und dichten Massen drechseln und schleifen, und die mit erdigem Gefüge versehenen Massen der Kreide sind so milde, daß man sie schon mit dem Messer leicht in beliebige Figuren schneiden kann. Ebenso ist nun auch die Härte verschieden; denn während sich die krystallinischen und dichten Massen des Calcites nur vom Messer, aber nicht vom Fingernagel ritzen lassen, reibt sich der Calcit mit erdigem Gefüge, z. B. die Kreide, schon an der nackten Hand ab und schreibt selbst auf Papier. In ihrem specifischen Ge=

wichte dagegen stehen alle Abarten zwischen 2,5 bis 2,0. — Aber in der Farbe, der Durchsichtigkeit und dem Glanze zeigen sich wieder mannichfache Verschiedenheiten. Während nemlich die reinen Krystalle nicht selten ganz farblos, wasserhell, glänzend und durchsichtig sind, ja hinter ihren Rhomboëdern Gegenstände, z. B. Buchstaben, sogar doppelt erscheinen lassen (also doppelte Strahlenbrechung besitzen), zeigen sich die derben Massen mit späthigem oder krystallinischen Gefüge nur weiß und durchscheinend, aber immer noch glänzend, und die derben Massen mit dichtem oder erdigen Gefüge weiß, grau, bräunlich, schwarz, auch mannichfach gefleckt und geadert (marmorirt), dabei ganz undurchsichtig und glanzlos oder matt.

Von besonderer Wichtigkeit ist das chemische Verhalten des Calcites. Wird kohlensaurer Kalk einer starken Glühhitze ausgesetzt, so gibt er seine Kohlensäure frei, so daß zuletzt von ihm nur noch die Kalkerde (als sogenannter Aetzkalk oder gebrannter Kalk) übrig bleibt, welche mit Wasser befeuchtet sich stark erhitzt und zu Pulver zerfällt, dann aber bei Mehrzusatz von Wasser Kalkbrei und Kalkmilch bildet und sich endlich in noch weiter zugesetztem Wasser (zu „Aetzkalkwasser") ganz auflöst. Leitet man dann in diese Kalkerde-Auflösung Kohlensäure, so entsteht abermals eine Milch, welche wieder aus kohlensaurem Kalk besteht; welcher demnach in Wasser unlöslich ist. Läßt man nun aber noch weiter Kohlensäure in den sich bildenden Niederschlag von kohlensaurem Kalk dringen, so löst er sich wieder ganz auf; er ist demnach als doppeltkohlensaurer Kalk im Wasser auflöslich. Ganz dasselbe würde geschehen, wenn man Pulver von gewöhnlichem kohlensaurem Kalk mit Kohlensäure haltigem Wasser in Berührung bringt. Kohlensäure haltiges Wasser ist in der That das Hauptlösungsmittel des Kalksteines in der Natur. Bei

der Verdunstung dieses Lösungsmittels scheidet er sich dann als unlöslicher einfach kohlensaurer Kalk wieder aus. Eine große Menge von Erscheinungen in der Natur gründen sich auf dieses Verhalten des Calcites zum Kohlensäure haltigen Wasser. Die Kalküberzüge an Pflanzen, Thierresten und Steinen in der nächsten Umgebung von Gewässern, welche doppelt kohlensauren Kalk gelöst enthalten, die Entstehung von Kalktufflagern und Rogensteinen auf dem Grunde und an den Ufern von solchen Gewässern, die Bildung von Stalaktiten und krystallinischen Sinterüberzügen an den Wänden und Decken von Höhlen in Kalkbergen; die Mergelung von thonigen Bodenarten, welche von Kalk führenden Gewässern durchrieselt werden, — alles das sind Erscheinungen, welche sich auf das eben erwähnte Verhalten des Kalksteins zum kohlensauren Wasser gründen. Aber der kohlensaure Kalk ist außerdem auch in allem Wasser auflöslich, welches humussaure Alkalien (z. B. ulmin-, humin- und quellsaures Ammoniak) enthält, wie später gezeigt werden wird. Kommt er dagegen mit starken Säuren, z. B. mit Oxal-, Schwefel-, Phosphor-, Salpeter-, Essig- oder Salzsäure, in Berührung, so wird er unter Ausstoßung seiner Kohlensäure zersetzt, woher es auch kommt, daß er beim Betropfen mit einer der genannten Säuren stark aufschäumt. Dabei aber wird man auch bemerken, daß er nur bei der Behandlung mit Salpeter-, Salz- oder Essigsäure sich auch ganz auflöst, dagegen mit Oxal-, Schwefel- und Phosphorsäure wohl umgewandelt, aber nicht gelöst wird. Wie die genannten Säuren, so wirken auch die in Lösung befindlichen Schwermetallsalze dieser Säuren, z. B. Eisen- und Kupfervitriol umwandelnd auf den Kalkstein ein, indem sie ihm ihre starken Säuren geben und dafür seine Kohlensäure aufnehmen, so daß aus ihm schwefelsaurer Kalk wird, wie schon bei der Beschreibung des Eisenvitriols gezeigt worden ist. Merkwürdig

aber ist sein Verhalten gegen faulende oder verwesende Organismenreste, welche Stickstoff enthalten. Kommt er nemlich mit solchen Resten in dauernde Berührung, so treibt er den Stickstoff derselben an, durch Anziehung von Sauerstoff Salpetersäure zu bilden, mit welcher er sich dann zu Kalksalpeter verbindet, wie bei der Beschreibung der salpetersauren Salze schon mitgetheilt worden ist. Sind aber solche Organismenreste frei von Stickstoff, so treibt er den Kohlengehalt derselben an, durch Anziehung von Sauerstoff Humussäuren zu bilden, mit denen er sich dann zu humussaurem Kalk verbindet, welcher jedoch bald unter Anziehung von Sauerstoff zu im Wasser löslichen doppeltkohlensauren Kalk umgewandelt wird. Der kohlensaure Kalk ist demnach, zumal in gepulvertem Zustande, ebenso wie der gebrannte Kalk und die kohlensauren Alkalien ein gutes Zersetzungsmittel aller fauligen Organismenreste und darum auch ein gutes Düngmittel; nur muß Feuchtigkeit vorhanden sein, denn diese erweicht und zertheilt einerseits die Organismenreste, so daß sie in innige Berührung treten können mit den Kalktheilen, und regt andererseits diese letzteren zur Verbindung mit den fein zertheilten Organismenresten an. Daher kommt es auch, daß kohlensaurer Kalk auf feuchten, thonigen oder lehmigen Bodenarten weit besser wirkt als auf sandreichen Bodenarten, zumal wenn diese eine trockene, sonnige Lage haben, und daß ein mit einer, die Feuchtigkeit zusammenhaltenden, Pflanzendecke, z. B. mit Wald, versehener Kalkberg üppig fruchtbar ist, während derselbe Berg, wenn er seiner Pflanzendecke beraubt wird, trotz seines Kalkgehaltes unfruchtbar erscheint.

Soviel über das chemische Verhalten des Calcites. Was nun endlich seine chemische Zusammensetzung betrifft, so besteht er im reinem Zustande aus 56 Theilen Kalkerde und 44 Th. Kohlensäure. In der Regel aber erscheint zu-

mal der dichte, derbe Kalkstein in seiner Masse auf die mannichfachste Weise verunreinigt theils durch chemische Beimischungen von Magnesia, Baryterde, Eisenoxydul, Manganoxydul, Phosphorit u. s. w. theils durch mechanische Beimengungen von Eisen- und Manganoxyd, pulverige Kieselsäure, Schwefelcalcium, kohlige und erdharzige Theile (Bitumen) und Thon.

Erkennungsmerkmale. Der Calcit wird durch Schwefelsäure unter Schäumen in (unlöslichen) Gyps umgewandelt; durch Salzsäure oder Salpetersäure aber ebenfalls unter starkem Aufbrausen gelöst und gibt dann mit oxalsaurem Ammoniak, zumal beim Umrütteln der Lösung, einen weißen unlöslichen Niederschlag.

2) Der Aragonit, welcher ganz dieselbe chemische Zusammensetzung und dieselben chemischen Eigenschaften, wie der Calcit hat, ist von diesem letzteren nur durch eine größere Härte, durch ein stärkeres specifisches Gewicht (= 2,9 — 3) und durch andere Krystallformen unterschieden. Er bildet nemlich etwas breitgedrückte sechsseitige Säulen, welche an ihrem oberen und unteren Ende theils ein zwei-, theils ein vierflächiges Dach haben, theils auch durch eine gerade, schiefgestreifte Endfläche begrenzt werden, — oder auch langgezogene Doppelpyramiden, welche oft wie Nadeln und Spieße so dünn und dann gewöhnlich zu strahlignadeligen oder strahligfaserigen Kugeln (z. B. bei dem Erbsenstein und manchem Rogenstein) oder auch zu parallelstengeligen Aggregaten (z. B. an manchen Stalaktiten und Sinterrinden) verbunden sind.

Abarten des Kalkes: Je nach der Art seiner Bildung, je nach den Formen, unter denen er auftritt, und je nach den Beimengungen seiner Masse hat man eine große Zahl von Abarten des Calcites aufgestellt. Die wichtigsten unter diesen sind folgende:

a) Kalkspath oder späthiger Kalkstein, meist

plattenförmige Massen, welche sich in lauter Rhomboëder zerschlagen lassen;

b) körnigkrystallinischer Kalkstein oder Marmor, oft dem Zucker sehr ähnlich;

c) Faserkalk;

d) dichter und erdiger Kalk, zu welchem der gemeine Kalkstein und die Kreide gehört;

e) poröser und röhriger Kalk, zu welchem der Kalktuff und Travertin gehört;

f) Kalksinter in dichten oder krystallinischen Rinden auf den Wänden von Spalten und Höhlen;

g) Rogen- und Erbsenstein (Oolith und Pisolith); hirsen- bis erbsengroße, strahligfaserige und concentrischschalige Kalkkugeln, welche durch ein Kalkbindemittel verkittet sind;

h) Stinkkalk, grauer, dichter oder poröser, durch Schwefelcalcium verunreinigter und beim Reiben nach Schwefelwasserstoff riechender Kalkstein;

i) bituminöser Kalk, ein dichter rauchgrauer bis schwärzlicher, beim Glühen und Reiben bald nach Erdpech, bald nach Schwefel riechender, durch Erdharz (Bitumen) verunreinigter Kalkstein;

k) Eisenkalkstein, ockergelb oder rothbraun;

l) Thon- oder Mergelkalkstein, meist gelblich grau, thonhaltig;

m) sandiger oder Grobkalk, sandhaltig;

n) dolomitischer Kalkstein, ein grauer oder gelblichgrauer, dichter, poröser und zelliger Kalkstein, welcher aus einem Gemenge von Kalkstein und Dolomit besteht.

Vorkommen, Bedeutung und Bildungsstätten des Kalkes. Wohl kein anderes Mineral hat einen so ausgedehnten Verbreitungskreis in und auf der Erdrinde, wie der kohlensaure Kalk. Ist er auch in den gemengten krystallinischen Gesteinen (z. B. im Kalkglimmerschiefer der

Alpen), nur ausnahmsweise als wesentlicher Bestandtheil zu finden, so lange sie noch frisch und unverändert sind; tritt er auch in der Masse dieser nur als Ausscheidung ihrer in der Umwandlung begriffenen ursprünglichen Gemengtheile auf Spalten und Klüften, auf Blasen- und Zellenräumen (z. B. im Mandelstein des Diabas und Melaphyr) auf, so bildet er dafür für sich allein nicht blos das Ausfüllungsmittel der klaffenden Gang- und Höhlenräume zwischen den alternden Erdrindenmassen der verschiedenen Formationen, sondern auch selbstständig auftretende Gebirgsmassen von colossaler Mächtigkeit und Ausdehnung in den verschiedensten Lagen, Zonen und Regionen der Erdoberfläche. In der That, man möchte fragen, wo ist wohl ein Raum auf dem Erdkörper, welcher nicht irgend ein Quantum dieses Minerales enthielte? Da, wo Felsarten auftreten, welche Oligoklas, Labrador, Anorthit, Hornblende, Augit, Diabas, Granat, Epidot oder Zeolithe enthalten, fehlt er sicher ebenso wenig als da, wo Kalksteine, Dolomite, Mergel und Trümmergesteine mit kalkhaltigem Bindemittel ihre Massen ausbreiten; denn alle die zuerst genannten Minerale enthalten kieselsaure Kalkerde und geben sie als Calcit oder Aragonit frei, sobald kohlensaures Wasser auf sie einwirkt. — Und ebenso wenig mangelt er da, wo die Meereswoge ihren Schlamm zu Marschen aufhäuft oder ihren Sand vom Winde zu den flüchtigen Hügelreihen der Dünen aufwerfen läßt; denn im Meere leben Myriaden von Conchylien und Polypen, deren Gehäuse aus kohlensaurem Kalke bestehen und dann von der Meeresfluth zerrieben und zermalmt das Material theils zum Aufbau von unterseeischen Kalksteinablagerungen, theils zur Mischung des Marschbodens oder des Dünensandes liefern. Muß doch selbst die Pflanze zu seiner Darstellung helfen; denn alle Kalksalze, welche sie während ihres Lebens dem Boden entzieht, mögen sie nun salpeter-, phosphor- oder schwefelsaure sein, zerlegt sie in

ihrem Körper und gibt sie dann beim Verwesen dieses letzteren als kohlensauren Kalk dem mütterlichen Boden zurück. — So möchte sich denn also vielleicht nur da, wo das ewige Eis zu unwirthsamen Gebirgen sich aufthürmt, oder da, wo Kalkerde lose Mineralien die Erdoberfläche zusammensetzen, ein kalkleerer Flecken finden, — indessen auch nur dann, wenn kein Vogel auf demselben sich häuslich niederläßt, und kein Wasser ihn benetzen kann, welches aus kalkhaltiger Umgebung zu ihm gelangt.

Schon aus dieser gewaltigen Ausbreitung des kohlensauren Kalkes ergibt es sich, daß er von außerordentlicher Wichtigkeit nicht blos für den Aufbau und die Erhaltung der Erdrinde, sondern auch für die Zusammensetzung der Erdkrume und für den Ernährungsprozeß aller Organismen sein muß. — In der That, durch seine leichte Löslichkeit in kohlensaurem Wasser und doch auch wieder durch seine leichte Ausscheidung aus diesem Lösungsmittel wird er zunächst zum geeignetesten Mittel, nicht blos die vielfach geborstene und zerklüftete Erdrinde wieder zusammenzukitten und auf der Oberfläche der Erde selbst an den Ufern der Gewässer neue Erdrindelagen zu bilden, sondern auch in Verbindung mit thierischem Schleim die Gehäuse um den weichen, knochenlosen Körper der Mollusken, Strahlthiere und Polypen darzustellen; durch diese seine leichte Löslichkeit in kohlensaurem Wasser wird er ferner zum vortrefflichen Nahrmittel der Pflanzen, indem er denselben Kohlensäure zuführt; aber dadurch, daß er sich im Pflanzenkörper leicht durch die in demselben vorhandenen organischen Säuren zerlegen läßt und dann mit diesen Säuren im Wasser unlösliche Salze bildet, welche sich an den Wänden des Pflanzenzellgewebes absetzen, wird er endlich auch zum besten Festigungsmateriale des Pflanzenkörpers. Kein Wunder daher, daß auf einem mit Kalk und Verwesungsstoffen wohl versorgten Boden das reichste und mannigfaltigste Pflanzenleben seinen dauernden

Sitz hat. Zu allem diesen kommt nun noch, daß der kohlensaure Kalk, wie später bei der näheren Betrachtung des Erdbodens noch weiter gezeigt werden soll, nicht blos als Nahrmittel, sondern auch als Bodenbildungsstoff für das Pflanzenleben von größter Wichtigkeit ist; denn kann er auch vermöge seiner Löslichkeit in kohlensäurehaltigem Wasser und in Folge der Unfähigkeit seines Sandes und Pulvers, Feuchtigkeit anzuziehen und festzuhalten, für sich allein keine selbstständige Erdkrume bilden, so ist er doch in Folge seiner großen Wärmehaltungskraft das beste Mittel, Bodenarten, welche ein allzustarkes Vermögen besitzen, Feuchtigkeit anzuziehen und festzuhalten und in Folge davon immer naß und kalt zu sein, zu verbessern. In dieser Weise wandelt er bei gleichmäßiger Untermengung um:

a) den strengen, nassen und kalten, beim Eintrocknen zu harten Knollen zerberstenden Thon in mürben, mäßig feuchten und warmen Mergel oder Kalkthon;

b) die nur sauren Humus erzeugende, von Wasser durchdrungene Vertorfungsmasse abgestorbener Pflanzen in einen fruchtbaren, milden Humus. Die letztere aber vollbringt er namentlich auch durch die Begierde seiner Kalkerde, sich mit Salpetersäure oder mit Humussäure zu verbinden.

§. 21. Dolomit (nach dem französ. Mineralogen Dolomieu benannt; auch Rauhkalk z. Theil). Ein dem Kalk oft nicht unähnliches Mineral, welches, wie dieser in Rhomboëdern krystallisirt, aber auch in mächtigen, oft wild zerrissenen, prallansteigenden Felsriffen auftritt, deren Masse gewöhnlich stark zerklüftet, zellig und porös, oft aber auch dicht oder krystallinisch-körnig ist, so daß sie zumal bei weißer Farbe dem Zucker, Marmor oder selbst einem Sandsteine ähnlich sieht. Von Farbe ist der Dolomit gewöhnlich gelblich-röthlich- oder rauchgrau, bisweilen auch dunkelgraubraun bis fast schwarz, indessen nicht selten auch weiß.

Von dem, ihm ähnlichen, Kalksteine unterscheidet er sich hauptsächlich durch folgende Merkmale:

1) Er ist härter als der Kalk, indem er sich zwar ebenso wie dieser vom Messer ritzen läßt, aber selbst diesen wieder ritzt;

2) er ist schwerer; denn sein spec. Gewicht beträgt 2,85—2,95;

3) betropft man ihn mit Salzsäure, so schäumt er erst nach einiger Zeit und dann immer nur schwach und allmählich auf, am ersten noch, wenn man ihn pulverisirt und mit warmer Salzsäure betropft;

4) in concentrirter Schwefelsäure löst er sich unter allmählichem Blasenwerfen theilweise und unter Bildung eines weißen Niederschlages von Gyps auf. Versetzt man nun die so erhaltene Mischung mit Wasser, läßt sie ruhig stehen und hängt dann einen wollenen Faden in die, über den Niederschlag befindliche, klare Flüssigkeit, so setzen sich an dem Faden kleine Krystallnadeln ab, welche wie Bittersalz schmecken und in der That auch aus schwefelsaurer Magnesia bestehen, wie der Niederschlag beweist, welchen die Lösung dieser Nadeln sowohl mit Barytwasser wie mit phosphorsaurem Natron gibt.

Aus diesem letzten Versuche ersehen wir zugleich, daß der Dolomit aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia, — genauer: aus 54,3 kohlensaurem Kalk und 45,7 kohlensaurer Magnesia, — besteht, dabei aber sehr oft auch etwas kohlensaures Eisenoxydul und Manganoxydul, ja nicht selten auch noch kohlensauren Kalk mechanisch beigemengt enthält, so daß er also in dem letzten Falle als ein Gemenge von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia-Kalkerde besteht und dann eine Gesteinsmasse bildet, welche als eine Mittelstufe zwischen dem einfachen Kalksteine und dem einfachen Dolomite zu betrachten ist. Der meiste R a u h - und M a g n e s i a - k a l k s t e i n oder d o l o m i t s c h e K a l k s t e i n gehört zu diesem

Mittelgesteine, was man übrigens leicht durch sein Verhalten gegen Säuren, namentlich gegen Essigsäure vom eigentlichen Dolomite unterscheiden kann. Die Essigsäure nemlich löst nur den mechanisch beigemengten kohlensauren Kalk, aber nicht den eigentlichen Dolomit auf. Befeuchtet man daher einen solchen Rauhkalk mit dieser Säure, so braust und löst er sich nur da auf, wo grade kohlensaurer Kalk sitzt. Und legt man ein Stück Rauhkalk in Essigsäure, so zieht diese nach und nach den mechanischen beigemengten Kalk ganz heraus, so daß nur ein poröses, zelliges Gerippe von reinem Dolomite übrig bleibt. Was nun bei diesem Versuche die Essigsäure thut, das bewirkt in der Natur schon Kohlensäure haltiges Wasser. Dieses letztere löst aus dem Rauhkalke ebenfalls nur den beigemengten kohlensauren Kalk auf und laugt ihn nun entweder ganz aus oder setzt ihn bei seiner Verdunstung in allen Zellen und Spalten des so entstandenen Dolomites theils als Drusen von Kalkspath- oder Aragonitkrystallen theils als pulverigen Kalk (— sogenannte Asche —) wieder ab. Daher kommt es, daß alle Rauhkalkfelsen, zumal wenn sie stellenweise mit Wald bedeckt sind, an ihrer Oberfläche so zellig und zerklüftet aussehen, in der Tiefe aber noch eine dichte, compacte Felsmasse zeigen; in allem diesen liegt aber auch der Grund, warum auf Rauhkalkbergen, so lange sie durch eine lebende Pflanzendecke, welche durch ihre jährlich absterbenden Blätter ort und fort Kohlensäure und Wasser liefert, beschattet und :ucht gehalten werden, eine so üppige und mannichfaltige flanzenwelt auftritt, warum aber auch auf eben diesen Rauh-lkbergen alles Pflanzenleben ausstirbt, sobald dieselben ent-ildet und den sie ausdürrenden Strahlen der Sonne aus-gesetzt werden.

Der aus einem Gemenge von kohlensaurem Kalk und Domit bestehende Rauhkalk kann demnach unter sonst günstin Verhältnissen zum kräftigen Pflanzenernährer und als

Sand, feuchten, thonigen, lehmigen und auch morastigen Bodenarten reichlich beigemengt, zum guten Düngmittel werden. Nicht so ist es mit dem eigentlichen Dolomit. Dieser widersteht, wie auch schon aus dem Obigen zu bemerken ist, der Einwirkung des Kohlensäure haltigen Wassers sehr lange; ja dieses letztere kann nur dann lösend auf seine Masse einwirken, wenn es lange Zeit mit ihr in Berührung bleiben kann. Dieses ist aber nur der Fall in den Klüften des Dolomites; daher kommt es auch, daß dolomitische Felsmassen, welche äußerlich noch ganz fest und frisch aussehen, in ihrem Innern ganz zernagt und höhlenreich sind.

Wie nun der Dolomit der Lösung durch Kohlensäure haltiges Wasser, so widersteht er auch der chemischen Einwirkung der übrigen Atmosphärenstoffe, aber wenn Wasser die zahlreichen Spalten und Risse seiner Felsmassen ausfüllt und plötzlich zu Eis erstarrt, dann zersprengt es diese letzteren zu einem wilden Chaos von großen und kleineren Blöcken und diese endlich auch zu Dolomitsand. Dieser Sand, welcher in seinem physischen Verhalten, namentlich gegen die Wärmestrahlen der Sonne, dem Quarzsande nahe kommt, wirkt auf nasse Bodenarten erwärmend und lockernd ein, ohne jedoch die Wärme in so starkem Grade zusammenzuhalten, wie es der kohlensaure Kalk allein thut. Er gleicht auch darin noch dem Quarzsande, daß er sich während des Tages stark erhitzt und dann wieder des Nachts so stark abkühlt, daß er sich stark bethauet. In allem diesen mag de[r] Grund liegen, warum man auf dem Sandschutte des Dolo[-] mites oft dieselben Pflanzenarten bemerkt, welche sonst nu[r] dem eigentlichen Sandboden eigenthümlich sind. Soll er i[n] einem Boden sich auflösen, so muß er mit reichliche[n] Verwesungsstoffen in Berührung gebracht werden; alsda[nn] wird er durch die fort und fort aus diesen Stoffen sich e[nt-] wickelnde Kohlensäure und mit Hülfe der Bodenfeuchtig[keit]

allmählich doch noch in löslichen doppeltkohlensauren Kalk und lösliche doppeltkohlensaure Magnesia umgewandelt. —

Vorkommen: Obwohl der Dolomit hie und da, z. B. in den St. Gotthard-Alpen, im Gebiete der Hornblende- und Augitgesteine auftritt, so zeigt er sich doch am meisten und massigsten entwickelt in dem Gebiete der Zechstein-, Buntsandstein-, Keuper- und Juraformation. In der Regel bildet er dann das oberste, durch seine höhlenreichen, wild zerrissenen, Felsriffe ausgezeichnete, Glied dieser Formationen, während unter ihm Mergel und thonige Kalksteine ihre oft buntgefärbten Ablagerungen bemerklich machen.

§. 22. Mergel. Obgleich nicht zu den krystallinischen Mineralien gehörig, sondern theils ein Verwitterungsproduct von Kalk- und Thonerde haltigen Mineralien, theils eine aus kohlensaurem Kalk und Thon oder Lehm zusammengeschwemmte Masse möge der Mergel doch an dieser Stelle seine Beschreibung finden, da er einerseits in seinen chemischen Eigenschaften mit dem Kalksteine und Dolomit manches gemein hat, und andererseits mit diesen letztgenannten beiden Gesteinen gewöhnlich zusammen vorkommt.

Der Mergel ist ein unkrystallinisches, sandigkörniges oder dichtes bis erdiges, oft auch poröses oder auch zelliglückiges Gestein von unrein grauer, bläulicher, grünlicher, ockergelber oder braunrother, seltener weißlicher Farbe und geringem oder gar keinem Glanze; vom Messer ritzbar, nicht selten sogar zwischen den Fingern zerreiblich. An der Luft liegend zerfällt er allmählich zuerst in scharfkantige, spitzeckige Stückchen und Blättchen, zuletzt aber in eine feinkrumige bis pulverige Erde.

Mit Salz- oder Salpetersäure übergossen löst er sich unter bald stärkerem, bald schwächerem Aufschäumen nur theilweise und unter Abscheidung von Thonschlamm und auch wohl von feinem Sande, bisweilen auch von braunem

Bitumen auf. Durch Schwefelsäure aber wird er in ein schlammiges Gemisch von Gyps und Thon umgewandelt. Dasselbe geschieht auch, wenn seine Masse viele verwitternde oder vitriolescirende Eisenkiese beigemengt enthält; ja in diesem Falle erscheint seine Masse in allen Ritzen und Spalten, durch welche die Lösung von Eisenvitriol geflossen ist, von — gewöhnlich faserigen oder späthigen — Gyps durchzogen, während die Wände dieser Spalten nur noch aus Thon bestehen. Hierdurch entsteht der sogenannte Gypsmergel oder Gypsthon. — Durch reines Wasser kann er höchstens nur geschlämmt, aber nicht gelöst werden; dagegen löst und laugt Kohlensäure haltiges Wasser aus seiner Masse allmählich allen Kalk aus, so daß von dem Mergel zuletzt nur noch gemeiner Thon übrig bleibt. Dasselbe geschieht auch, wenn feuchte Verwesungssubstanzen, welche bekanntlich viel Kohlensäure aus sich heraus entwickeln, mit Mergel in stetiger Berührung stehen; daher kommt es auch, daß reiche Mergeläcker, welche gut gedüngt werden, anfangs zwar sehr fruchtbar erscheinen, aber allmählich in dem Grade, wie ihr Kalkgehalt abnimmt, immer unfruchtbarer und zuletzt zu zähen, nassen Thonäckern werden; — mit einem Worte: „ausgemergelt" sind.

Seiner Zusammensetzung nach erscheint der Mergel im Allgemeinen als ein inniges und gleichmäßiges, aber mechanisches, Gemenge von Thon mit mindestens 20 Proz. kohlensaurem Kalk oder auch mit mindestens 15 Proc. Dolomit. Zu diesem Gemenge indessen treten häufig mehrere Procente amorpher, durch Sodalösung ausziehbarer, Kieselsäure, Eisenoxyd, Bitumen und Sand. Durch dieses Alles, sowie auch durch das schwankende Mengeverhältniß zwischen seinen Hauptgemengtheilen wird die Masse des Mergels so abgeändert, daß man mehrere Abarten desselben unterschieden hat, unter denen die folgenden am meisten vorkommen:

1) Kalkmergel, welcher höchstens 25 Proc. Thon enthält und bei seiner Behandlung mit Salzsäure stark aufschäumt und sich rasch mit einem geringen Absatze von Thon löst;

2) Thonmergel, welcher höchstens 20 Proc. Kalk enthält und mit Salzsäure nur langsam braust und bei seiner Lösung einen starken Absatz von Thon gibt;

3) Dolomitmergel, welcher erst nach dem Pulverisiren langsam mit Säuren aufbraust und bei der Behandlung mit Schwefelsäure Gyps, Bittersalz und 50 bis 80 Proc. Thonrückstand gibt;

4) Kieselmergel, ein von amorpher Kieselsäure mehr oder wenig durchdrungener, vom Messer schwer oder auch gar nicht ritzbarer Mergel, welcher bei der Behandlung mit Salzsäure nächst Thon auch Kieselmehl, welches durch Sodalösung auflösbar wird, gibt und nicht selten auch Drusen von schön ausgebildeten Quarzkrystallen enthält;

5) Sandmergel, welcher schon beim Schlämmen seines Pulvers eine kleinere oder größere Menge von Sandkörnchen absondert;

6) Bituminöser Mergel, welcher dunkelrauchgrau bis schwärzlich ist, beim Glühen oder Liegen an der Luft licht gefärbt wird und bei der Behandlung mit Salzsäure einen braunen, erdpechähnlich riechenden, Schaum gibt. Oft schiefrig und dann den bituminösen Mergelschiefer bildend;

7) Eisenschüssiger Mergel, ein durch beigemengtes Eisenoxyd ockergelb oder braunroth gefärbter Mergel.

Vorkommen. Die eben beschriebenen Abarten des Mergels treten in verschiedenen Formationen der Erdrinde, namentlich aber in der Zechstein-, Buntsandstein-, Muschelkalk-, Keuper-, Lias-, Jura- und Kreideformation, auf. Gewöhnlich lagern sie theils unter Dolomit oder auch Kalkstein, theils auf Sandstein und stehen mit Gyps in mannichfachem Ver-

bande. Indessen ist nicht alles, was man Mergel nennt, auch wirklich solcher. So finden sich z. B. in der Buntsandstein- und Keuperformation abwechselnd grüngrau, ockergelb und braunroth gefärbte Ablagerungen, welche oft nach allen Richtungen von weißen und rothen Gypsadern durchzogen erscheinen und unter dem Namen der „bunten Mergel“ bekannt sind. Aber diese Ablagerungen schäumen in der Regel gar nicht mit Salzsäure und lösen sich auch gar nicht in dieser Säure; mithin enthalten sie auch keinen kohlensauren Kalk. Da sie in der Regel Gyps enthalten, also zu den Gypsmergeln gehören, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß sie früher einmal wirklicher Mergel waren, aber durch vitriolescirende Eisenkiese, die ihrer Masse beigemengt waren, nach und nach ihres kohlensauren Kalkes beraubt und in Gyps führenden Thon umgewandelt worden sind.

Außer in den eben angegebenen Ablagerungsorten kommen aber auch nicht selten Mergelbildungen in an sich thonigen und lehmigen Ackerbodenarten vor, welche am Fuße bewaldeter Kalkberge lagern. Diese Mergelbildungen, die unter günstigen Verhältnissen noch fortwährend vor sich gehen, werden dadurch hervorgerufen, daß sich unter dem Einflusse der verwesenden und Kohlensäure entwickelnden Waldabfälle in dem Kalkboden der Berge löslicher doppeltkohlensaurer Kalk bildet, welcher nun durch Regenwasser den am Fuße dieser Berge liegenden Bodenarten zugeleitet und durch deren Thon- oder Lehmkrume aufgesogen und festgehalten wird. Sind nun diese Bodenmassen pflanzenleer und nicht weiter cultivirt, so häuft sich in ihrem Thone oder Lehm der zugefluthete Kalk so an, daß ein wahrer Mergelboden entsteht, werden aber diese Bodenarten tüchtig bepflanzt, so saugen die in ihnen wurzelnden Pflanzen allmählich all den ihnen zugeführten Kalk in sich auf, so daß trotz alles zugeleiteten kohlensauren Kalkes keine Mergelung zum Vorscheine kommt.

§. 23. Der Eisenspath oder Spatheisenstein (auch Siderit genannt). — Er bildet wie der Kalkspath und Dolomit Rhomboëder, welche aber gewöhnlich convexe oder concave Oberflächen haben, oft aber auch mächtig ausgedehnte, derbe Massen mit körnig krystallinischem oder dichtem Gefüge und späthige Aggregate, welche aus lauter Rhomboëdern bestehen und sich leicht in dergleichen zerschlagen lassen. Außerdem kommt er auch mit Thon innig untermischt in kopf- bis hirsekorngroßen, kugel- oder eiförmigen Knollen vor, welche entweder lose neben einander liegen oder durch ein kalkiges oder eisenoxydisches Bindemittel unter einander verkittet sind und so den Eisenrogenstein bilden, während die einzelnen, oft concentrisch schaligen, Kugeln unter dem Namen Sphärosiderit bekannt sind.

Die Krystalle, späthigen Aggregate und derben krystallinischen Massen des Eisenspathes könnten ihrem Aeußeren nach manchmal mit Calcit und Dolomit verwechselt werden, zumal wenn diese letztgenannten Mineralien durch beigemischtes Eisenoxydul gelblich oder gelbbraun gefärbt erscheinen; indessen ist der Eisenspath leicht von ihnen zu unterscheiden einerseits dadurch, daß er schwerer ist, indem sein spec. Gewicht 3,5 bis 4,5 beträgt, und seine Masse bei der Erhitzung auf glühenden Kohlen sich schwärzt und magnetisch wird und andererseits dadurch, daß er in reinem Zustande sich in Schwefelsäure ganz zu einer grünlichen (bei begonnener Oxydation grünlichgelbbraunen) wie Tinte schmeckenden Flüssigkeit auflöst, die mit Galläpfeltinctur blasse bläulichschwarze Tinte, mit Kaliumeisencyanür aber einen anfangs hell-, später dunkelblauen Niederschlag gibt Im Uebrigen ist über ihn noch folgendes zu bemerken: Im reinen Zustande besteht er wesentlich aus 62 Theilen Eisenoxydul und 38 Theilen Kohlensäure; in der Regel aber sind seiner Masse mehrere Procente Manganoxydul, Kalkerde nnd auch Magnesia beigemengt.

Außerdem aber erscheint er auch oft mit Thon in ähnlicher Weise untermengt, wie der Kalk im Mergel. In seiner Härte ferner steht er dem Dolomite gleich. Von Farbe ist er gewöhnlich graulichgelb, honiggelb bis gelbbraun und auf den frischen Flächen seiner Krystalle perlmutterartig glasglänzend. An der Luft liegend wird er allmählich dunkelgraubraun bis eisenschwarz, indem er sich höher oxydirt und in Folge davon seine Kohlensäure frei gibt, woher es auch kommt, daß er nun nicht mehr mit Säuren aufbraust. In reinem Wasser erscheint er endlich ganz unlöslich; in Kohlensäure haltigem Wasser und in den Lösungen von humussauren Alkalien aber löst er sich auf. Kommt nun eine solche Eisenspathlösung mit der atmosphärischen Luft in Berührung, wie dieses z. B. bei den sogenannten Stahlquellen oder auch in einem lockeren sandigen Boden der Fall ist, dann verdunstet nicht blos ihr kohlensaures Lösungswasser, sondern ihr Eisenspath wandelt sich auch unter Anziehung von Sauerstoff und unter Ausstoßung seiner eigenen Kohlensäure in gelbbraunes Eisenoxydhydrat oder Eisenocker (Brauneisenerz und Raseneisenstein) um, welcher sich zuerst als eine zarte Schlammmasse an allen Sandkörnern, Erdkrumen und Pflanzenwurzeln absetzt, später bei seinem Austrocknen alle die ebengenannten Körper zusammenkittet und zu einer compacten Steinmasse umwandelt, wie wir bei der Beschreibung des Brauneisenerzes und des sogenannten Raseneisensteins noch näher kennen lernen werden. Es kann demnach der Eisenspath unter Umständen ein gefährlicher Gast für den Erdboden und die in ihm wurzelnden Pflanzen werden, es ist daher auch von Wichtigkeit,

das Vorkommen und Bildungsstätten desselben näher kennen zu lernen. —

Der Eisenspath ist ein weit verbreitetes und im Gebiete der verschiedenartigsten Erdrindenmassen vorkommendes Mi=

neral. Hier zeigt es sich massig entwickelt auf Lager- und Gangräumen zwischen Gneiß, Granit, Glimmer- und Thonschiefer, Diorit, Melaphyr, Diabas und Basalt, kurz zwischen lauter Felsarten, welche reich an Glimmer, Hornblende oder Augit sind; dort bildet er wieder mächtige Ablagerungen zwischen Grauwacke, Steinkohlenschiefer, Kalkstein, Mergel, Dolomit und Schieferthon, kurz zwischen Gesteinsmassen, welche aus Niederschlägen im Wasser, sei es nun durch chemische Lösungen, sei es durch Anschlämmungen, entstanden sind. Endlich aber bemerkt man ihn auch hie und da in Knollen auf dem Grunde von Mooren und stehenden Gewässern, welche nur durch Quellen gespeist werden, oder auch im Untergrunde von thonigen, nassen, gegen die Luft verschlossenen Bodenmassen. In der That ein sehr mannichfaltiges und verschiedenartiges Vorkommen, welches sich indessen doch leicht erklären läßt, sobald man auf die Bildungsweisen des Eisenspathes zurückgeht.

Alle Mineralmassen nemlich, welche unter ihren chemischen Bestandtheilen Eisenoxydul enthalten, wie dieses unter anderem bei den obengenannten, Glimmer, Hornblende und Augit haltigen, krystallinischen Felsarten reichlich der Fall ist, werden unter Abschluß von Sauerstoff besitzender Luft — z. B. in den tiefgelegenen Spalten- und Höhlenräumen ihrer Massen — durch Kohlensäure haltiges Wasser, welches von Außen her zu ihnen gelangt, allmählich all ihres Eisenoxyduls in der Weise beraubt, daß sich doppelt kohlensaures Eisenoxydul bildet, welches nun von dem zurieselnden Wasser aufgelöst, ausgelaugt und in alle Spalten- und Höhlenräume zwischen diesen Erdrindenmassen gefluthet wird. Bleibt es nun in diesen stehen, so verdunstet allmählich das kohlensaure Lösungswasser und das in ihm enthaltene kohlensaure Eisenoxydul setzt sich in krystallinischen Massen ab und bildet nun Gänge, Lager und Stöcke von Eisenspath. Wenn aber das

mit gelöstem kohlensauren Eisenoxydul beladene Wasser durch Felsklüfte in thonige Ablagerungsmassen gelangt, so saugt der Thon dieser Massen sich so voll von demselben, daß am Ende jedes Thontheilchen mit Eisenspath mehr oder wenig gesättigt wird. Bei dem Austrocknen solchen Thones entsteht dann der thonige Spatheisenstein, welcher daher seiner Entstehung nach in den Gebieten solcher Erdrindenmassen vorkommen muß, welche aus der Austrocknung von schlammigen, thonhaltigen Ablagerungen entstanden sind. Indessen kann der Eisenspath in diesen Gebieten, ebenso wie auch auf dem Untergrunde von Mooren, Teichen und sumpfigen Bodenarten noch auf eine andere Weise entstanden sein und noch immer entstehen. Es ist schon bei der Beschreibung des Eisenvitrioles erwähnt worden, daß auf dem Grunde von stehenden, keinen Abfluß besitzenden, Schlammgewässern unter dem Einflusse von fauligen, Schwefelwasserstoff entwickelnden, Organismenresten sich Schwefeleisen entwickeln kann, wenn der Erdschlamm dieser Gewässer Eisenoxyd enthält, was ja bei dem gewöhnlichen Thon und Lehm stets der Fall ist. Wenn nun der Boden und die Seitenwände eines solchen Schlammwassertümpfels aus Mergel, kalkigen Sandstein oder Kalkstein bestehen, so bildet sich durch die aus den Organismenresten frei werdende Kohlensäure doppeltkohlensaurer Kalk, welcher sich im Wasser des Tümpfels auflöst. Kommt aber dieser gelöste Kalk mit dem Schwefeleisen im Bodenschlamme in Berührung, so treibt er dasselbe an, durch Anziehung von Sauerstoff schwefelsaures Eisenoxydul (d. i. Eisenvitriol) zu bilden, mit welchem er die Säuren tauscht, so daß schließlich nun schwefelsaurer Kalk (Gyps) und kohlensaures Eisenoxydul (Eisenspath) entsteht, welches sich mit dem Bodenschlamme mischt und so endlich Veranlassung zur Entstehung von thonigem Sphärosiderit gibt. In dieser Weise entsteht dieses letzgenannte Mineral noch gegenwärtig auf dem Grunde

von Torfmooren, Sümpfen und nassen Bodenarten; ja in diesen letztgenannten kann es sogar durch Düngung mit Kalk hervorgerufen werden, sobald in ihnen viel vitriolescirende Eisenkiese vorhanden sind, wie dieses z. B. gar nicht selten der Fall ist bei dem, aus Eisenkies reichen Thonschiefer und Schieferthon entstehenden, Boden.

Endlich lehrt noch die Erfahrung, daß auch in Zersetzung begriffene Organismenreste die mittelbare Ursache von der Bildung des Eisenspathes werden können. Kommen nemlich im Untergrunde von eisenoxydreichen Bodenarten, welche durch Wasser oder durch eine dickverfilzte Pflanzendecke (z. B. durch Gras oder Heide) gegen die Luft abgeschlossen sind, abgestorbene Organismenreste mit dem Eisenoxyde des Bodens in stetige Berührung, so entziehen sie demselben einen Theil seines Sauerstoffes, so daß sich aus ihm Eisenoxydul bildet, während aus ihrer eigenen Masse sich Kohlensäure entwickelt, welche sich nun gleich mit dem eben erst entstandenen Eisenoxydul zu Eisenspath verbindet.

Indessen ist diese, wie jede andere Eisenspathbildung nur so lange von Dauer, als nicht Sauerstoff mit ihr in Berührung kommt. Ist dieses Letztere der Fall, dann wird aller Eisenspath, wie oben schon erwähnt worden ist, unter Anziehung von Sauerstoff und Wasser zu Eisenoxydhydrat oder Brauneisenerz; ja es ist mehr als wahrscheinlich, daß dieses Letztere in den allermeisten Fällen aus dem Eisenspathe entstanden ist, wie das Folgende noch weiter zeigen wird.

III. Die Metalloxyde.

(Verbindungen des Eisens mit dem Sauerstoffe; von ockergelber, braunrother, erdbrauner oder eisengrauer Farbe).

§. 24. Die Eisenoxyde (Braun-, Gelb- und Rotheisenerz; Raseneisenerz; Magneteisenerz). — Ockergelbe, gelb-

braune, braunrothe, erdbraune und eisenschwarze, theils krystallinische, theils derbe und erdige Mineralmassen, deren Substanz im reinen Zustande entweder aus 2 Theilen Eisen und 3 Theilen Sauerstoff oder aus 3 Theilen Eisen und 4 Theilen Sauerstoff besteht, sich in Salz- oder Salpetersäure bald leicht bald schwer mit gelb- oder rothbrauner Farbe löst und dann mit Galläpfeltinctur einen schwarzen und mit Kaliumeisencyanür einen dunkelblauen Niederschlag gibt.

Die Eisenoxyde spielen im Haushalte der Natur eine wichtige Rolle. Zunächst bilden sie in vielen Mineralien, so namentlich in den gelben, braunen, rothen und schwarzen, z. B. im Glimmer, Feldspath, Augit, Granat, Turmalin und in der Hornblende, einen chemischen Bestandtheil und gelangen dann bei deren Zersetzung in den aus ihnen entstandenen Thon, Lehm, Letten, Mergel, woher es auch kommt, daß diese letztgenannten Erdbodengemengtheile gewöhnlich ockergelb, gelbbraun oder rothbraun gefärbt erscheinen. Sodann aber bilden sie auch für sich allein weit ausgedehnte und oft massig entwickelte Ablagerungen im Gebiete der verschiedensten Erdrindeformationen, ja auch im Untergrunde des Acker- und Wiesenbodens, sowie der Moore, Sümpfe und Seen.

Die wichtigsten Arten derselben sind folgende:

1) Das Braun- oder Gelbeisenerz (Brauneisenstein, Limonit, Quellerz, Raseneisenerz z. Th.). Es ist noch nie in Krystallen gefunden worden, sondern bildet in der Regel derbe Massen mit theils strahligfaserigem, theils kugeligkörnigem, theils dichtem Gefüge; außerdem traubige, nierenförmige oder stalaktitische Aggregate oder auch kugelige, concentrischschalige, Massen und schlackig aussehende, zellige Knollen; endlich auch pulverige oder erdige Zusammenhäufungen. Beim Zerschlagen zeigt es sich theils milde, theils spröde. In seiner Härte aber ist es verschieden, indem es bald vom Messer kaum oder auch gar nicht geritzt wird, bald sich sogar

vom Fingernagel ritzen läßt. Sein specifisches Gewicht steht zwischen 3,4 und 3,95. Seine Hauptfarbe ist ockergelb; diese Farbe zeigt es stets, wenn man es ritzt oder pulvert, auch wenn es äußerlich — wie es oft der Fall ist — erdgrau, schwarzbraun oder eisengrau ist. Ganz besonders bezeichnend für das Brauneisenerz ist auch die Eigenschaft, daß es beim Erhitzen in einer beiderseits offenen Glasröhre Wasser ausschwitzt und braunroth wird, während es beim Erhitzen in einer, an dem einen Ende zugeschmolzenen, Glasröhre schwarzgrau und magnetisch wird, sobald man es mit Kohle zusammen erhitzt. Im ersten Falle wird es demnach zu reinem Eisenoxyd, welches bekanntlich braunroth ist, so daß man annehmen muß, daß es aus der Verbindung von diesem letzteren mit Wasser besteht, weshalb das Brauneisenerz auch gewässertes Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat genannt wird; im zweiten Falle dagegen wird es zu Magneteisenerz, indem ihm die Kohle beim Glühen unter Luftabschluß etwas Sauerstoff entzieht, so das es zu einem Gemische von Eisenoxydul und Eisenoxyd wird. Außerdem aber ist noch Folgendes über das Brauneisenerz zu bemerken. In Salzsäure ist es leicht mit wein- oder ockergelber Farbe löslich und gibt dann mit Aetzammoniack einen gelbbraunen Niederschlag. Kommt es unter Luftabschluß — z. B. auf dem Grunde von fauligen Gewässern, Sümpfen oder gegen die Luft abgeschlossenen Bodenarten — mit abgestorbenen Pflanzenmassen in dauernde Berührung, so wird es, wie schon bei der Beschreibung des Eisenspathes mitgetheilt worden ist, in kohlensaures Eisenoxydul umgewandelt. Kommt es dagegen mit quell- oder geïnsaurem Ammoniak, wie es in der Brühe von Torfmooren vorhanden ist, in Berührung, so wird es unverändert aufgelöst, dann aber auch wieder unverändert abgesetzt, sobald sich das geïn- oder quellsaure Ammoniak unter Luftzutritt in

kohlensaures Ammoniak umgewandelt und verflüchtigt hat. Das hierdurch ausgeschiedene Eisenoxydhydrat setzt sich dann als eine anfangs schleimige, später aber pulverige oder auch feste Rinde an allen von ihm berührten Körpern, z. B. an Sandkörnern und Erdkrumen, ab und verkittet sie zu mehr oder minder festen, zusammenhängenden Lagen und Knollen. Gar manche sogenannte Eisensandsteine und Raseneisensteine mögen auf diese Weise entstanden sein.

Vorkommen und Bildungsweise des Brauneisenerzes. — Es ist schon oben mitgetheilt worden, daß aus dem Eisenspath Brauneisenerz wird, wenn derselbe mit feuchter Luft in Berührung kommt, aus derselben Sauerstoff und Wasser anzieht und dafür seine Kohlensäure freigibt. In der That ist der Eisenspath das Hauptbildungsmineral für das Brauneisenerz; daher kommt es auch, daß dieses letztere vorzüglich in der nächsten Umgebung des Eisenspathes vorkommt und gewöhnlich die umhüllenden Decken von dessen Ablagerungen bildet, so daß oft nur noch ein kleiner Kern vom Eisenspath übrig ist.

Eine interessante Bildung von Brauneisenerz geht nicht selten, z. B. am Rande von Aeckern, in Wassertümpfeln vor sich, deren Sammelbecken aus ockergelbem Thon oder Lehm gebildet wird. Zur Sommerzeit wird man nemlich an der Oberfläche dieser Tümpfel oft ein regenbogenfarbiges Schillern bemerken, welches zuerst röthlichviolett, dann blaugrün, dann gelbgrün und zuletzt gelb erscheint, dann aber verschwindet, um kurze Zeit nachher wieder von Neuem zu erscheinen. Diese Erscheinung, welche oft den ganzen Sommer hindurch dauert, bisweilen aber auch nur ein paar Wochen lang, läßt sich nun in folgender Weise erklären. In den Wassertümpfeln wachsen Pflanzen; wenn die kalte Jahreszeit kommt, sterben sie ab und sinken zu Boden. Nun wollen sie verwesen, aber dazu brauchen sie Sauerstoff. Da sie jedoch denselben aus ihrem

nassen Grabe nicht aus der Luft erhalten können, so entziehen sie ihn theilweise dem Eisenoxyde ihrer lehmigen Grubenwände. Hierdurch wird dieses letztere in Eisenoxydul umgewandelt, während die Verwesungssubstanzen selbst mittelst des geraubten Sauerstoffes aus ihrem Kohlenstoffgehalte Kohlensäure entwickeln, mit welcher sich nun das eben entstandene Eisenoxydul zu im Wasser löslichen doppeltkohlensauren Eisenoxydul verbindet. Hat sich nun das Tümpfelwasser bis zu seiner Oberfläche hin mit dem genannten Eisensalze versorgt, dann kommen die in der obersten Wasserlage gelösten Theilchen dieses Salzes mit dem Sauerstoffe der Luft in Berührung, wodurch sie allmählich mit der obengenannten Farbenwandlung in ockergelbes, unlösliches, Eisenoxydhydrat umgewandelt werden. Indem sich dieses nun in Folge seiner Unlöslichkeit im Wassertümpfel zu Boden senkt, gelangt eine neue Wasserlage mit doppeltkohlensaurem Eisenoxydule an die Oberfläche, mit deren Eisengehalte es nun ebenso geht, wie mit der ersten. Dieser Umwandlungsproceß des kohlensauren Eisenoxydules in Eisenocker geht nun auch weiter mit den noch übrigen Wasserschichten vor sich, bis auch die unterste an die Oberfläche des Tümpfels gelangt ist. Dann ist das Farbenspiel desselben am Ende. Entwässert man jetzt den ganzen Tümpfel, so findet man auf seinem Grunde eine gelbe schleimige Lage, welche an der Luft erhärtet und aus all dem Eisenoxydhydrat besteht, welches aus dem im Tümpfelwasser gelöst gewesenen kohlensaurem Eisenoxydul entstanden ist.

Indessen nicht blos durch höhere Oxydation des Eisenspathes, sondern auch durch die Zersetzung aller Eisenoxydul haltigen Mineralien entsteht Brauneisenerz, sobald diese Zersetzung unter der Mitwirkung von Sauerstoff haltiger Luft vor sich geht. Dieses ist namentlich der Fall bei den an Eisenoxydul reichen, kieselsauren Mineralien, z. B. bei dem Glimmer, Augit und der Hornblende; daher zeigen auch alle

diese Mineralien bei ihrer Verwitterung eine ockergelbe Rinde. In der Regel ist jedoch in diesem Falle das Eisenoxydhydrat mit Thon untermischt, weil eben diese Mineralien unter ihren Bestandtheilen auch Thonerde enthalten, die bei ihrer Zersetzung als kieselsaures Thonerdehydrat d. i. Thon zurückbleibt. Demnach ist die sogenannte Verwitterungsrinde der Mineralien, sobald sie gelbbraun oder ledergelb gefärbt ist, gewöhnlich ein Gemisch von Thon mit Eisenoxydhydrat, also je nach der in ihm enthaltenen Menge des Letzteren theils thoniges Brauneisenerz, theils eisenoxydreicher Thon.

Soviel über das Brauneisenerz oder Eisenoxydhydrat. Dasselbe spielt nach dem eben Mitgetheilten eine große Rolle bei der Zusammensetzung verschiedener Erdrindemassen. Denn wenn es auch nicht als Gemengtheil von krystallinischen Felsarten auftritt, so bildet es doch theils für sich allein, theils in mechanischer Untermengung mit Thon, Lehm, Mergel und Sand nicht blos mächtige Ablagerungsmassen, sei es als Brauneisenerz, sei es als Raseneisenstein, sondern auch einen fast nie fehlenden Bestandtheil theils der bei weitem meisten Thon-, Lehm-, und Mergelbodenarten, theils aller ockergelben Sandsteine. Und ist in den gewaltigen Sandanhäufungen des norddeutschen Tieflandes nicht jedes Sandkörnchen mit einer ockergelben Schale von Brauneisenerz umhüllt?

2) Das Rasen-, Wiesen-, Sumpf- oder Morasterz, (auch Quell- und Seeerz oder, wie an vielen Orten Norddeutschlands, Ortstein, Uurt und Klump genannt). Eigentlich kein krystallinisches Mineral, aber wegen seiner Bildungsweise und Verwandtschaft mit dem Brauneisenerze hierher gestellt. Es ist eine vielgestaltige Mineralmasse, welche in vielen Gegenden (so namentlich im nordwestlichen und nördlichen Deutschland von der Ems bis zur Weichsel und noch weiter) weit ausgedehnte und oft mächtige Ablagerungsmassen bald dicht unter der Erdoberfläche bald

in den tiefen unteren Lagen des Erdbodens zusammensetzt und daselbst bald lockere, sandsteinähnliche oder derbe, dichte, festzusammenhängende Lagen, bald sandige oder schlackige, lose nebeneinander liegende Knollen von verschiedener Gestalt, bald erdige oder pulverige Zusammenhäufungen, bald auch Ueberzüge über Pflanzenwurzeln, Knochen und Steintrümmern bildet. Sein vorherrschender Bestandtheil ist Brauneisenerz und darum erscheint es namentlich ockergelb und gelbbraun oder auch graubraun bis schmutzig schwarzgrau gefärbt. Seinem äußeren Ansehen nach gleicht es bald wahrem Brauneisenerz, bald einem braunen Sandsteine, bald auch halbverwitterten, löcherigen Eisenschlacken, sowie sie oft in der Umgebung von Schmelzhütten oder Schmiedewerkstätten vorkommen. — Im Ritze aber ist es immer ockergelb und bei starker Erhitzung wird es — oft unter Entwicklung eines ammoniakalischen oder wachstalgartigen Geruches — rothbraun.

Aeußerlich zeigt es sich matt, im frischen Bruche aber oft pech- oder eisenartig glänzend. Seiner Härte nach erscheint es bald sehr weich, bald ziemlich hart und vom Messer kaum ritzbar. Sein specifisches Gewicht schwankt im Allgemeinen zwischen 2,5 und 4,05. — In Salzsäure löst es sich mit gelbbrauner Farbe theils vollständig theils unter Abscheidung einer größeren oder kleineren Menge von Sand, oft auch von Thon oder Verwesungssubstanzen.

Bestand. Viele der sogenannten Ortsteine — und namentlich der Ortsand oder Uur — bestehen aus weiter nichts als aus Sandkörnern, deren jedes eine fest ansitzende Eisenoxydhydratrinde besitzt. Andere dagegen erscheinen als eine durch Sandkörner, Thon oder auch Pflanzenabfälle verunreinigte Brauneisenerzmasse, noch andere sind Gemenge von Eisenoxydhydrat, Manganoxyd und phosphorsaurem Eisenoxyd; endlich bestehen auch welche fast nur aus phosphorsaurem Eisenoxyd. Es hält sehr schwer, für alle diese Erze

eine gemeinsame chemische Formel aufzufinden. Man kann deßhalb nur im Allgemeinen angeben:

1) der sogenannte Ortstein oder Ortsand enthält 75 bis 80 pCt. Sand und 25—20 pCt. Eisenoxydhydrat, bisweilen aber auch 90 pCt. Sand und höchstens 10 pCt. Eisen.

2) Der eigentliche Limonit aber besteht aus 4—50 pCt. Sand, aus 80—30 pCt. Eisenoxyd, aus 16—20 pCt. Wasser (und organischen Substanzen), wozu häufig 2—6 pCt. Manganoxyd und 1—6 pCt. Phosphorsäure kommt.

Lagerorte. Die Hauptheimath der Rasenerze ist zu suchen vorherrschend in den moorigen Tiefländern und Gebirgsebenen der nördlichen Hemisphäre. Sie erscheinen in diesen Gebieten am mächtigsten entwickelt

a. in Bruch-, Torf- und Moorgegenden oder in Bodenmassen, welche auf ausgetrockneten oder ausgestochenen Torflagern oder doch in der Nähe der letzteren liegen;

b. in den zu Moorungen geneigten Wellenthälern der Dünen;

c. in den mit Haidewäldern oder Borstengräsern filzig bedeckten Sandländergebieten;

d. in Uferländereien zu beiden Seiten der träg ihr Flußgebiet durchschleichenden Flüsse und Ströme im Tieflande (Ems, Elbe, schwarze Elster, Spree, Havel, Oder, Warthe, Netze und Weichsel);

e. in Seen, welche von eisenhaltigem Wasser gespeist werden, oder in Becken von eisenhaltigen Erdrindemassen lagern.

An allen diesen Landgebieten können sie sich zu 1 Zoll bis 5 Fuß mächtigen Ablagerungsmassen entwickeln, wenn sich

a. entweder im Boden dieser Gebiete selbst ockergelber Sand, Lehm oder Letten befindet, oder doch wenigstens Mineraltrümmer vorhanden sind, welche bei ihrer Zersetzung kohlen- oder schwefelsaures Eisenoxydul geben;

b. oder in der nächsten Umgebung dieses Bodens Erd-

rindemassen auftreten, welche bei ihrer Zersetzung kohlensaures Eisenoxydul oder Eisenoxydhydrat oder auch Eisenvitriol liefern

c. oder endlich Gewässer vorfinden, welche Eisensalze gelöst enthalten und das von ihnen durchzogene Bodengebiet von Zeit zu Zeit überfluthen.

Obgleich über die Bildung des Raseneisenerzes schon das Wichtigste bei der Beschreibung des Eisenvitrioles, Eisenspathes und des Brauneisenerzes mitgetheilt worden ist, so muß hier doch noch mehreres erwähnt werden, was an den genannten Punkten nicht erwähnt werden konnte.

Nach dem beim Eisenspath und Brauneisenerze Mitgetheilten kann das Raseneisenerz im Boden entstehen,

a. wenn eisenoxydulhaltige Silicate, wie Glimmer, Hornblende, Hypersthen, durch kohlensaures Wasser zersetzt werden und der hierdurch entstandene Eisenspath von kohlensaurem Wasser gelöst und zwischen Bodengemengtheile abgesetzt wird, so daß er diese umhüllt und gegenseitig verkittet. Dieser so entstehende Raseneisenstein sieht anfangs weißlich aus; sobald er aber mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, wird er durch Anziehung von Sauerstoff zersetzt und in ockergelbes Brauneisenerz umgewandelt,

b. wenn Eisenspath-Ablagerungen durch kohlensaures Wasser theilweise aufgelöst und ihre Lösung dann in luftige, sandreiche Bodenarten geführt wird,

c. wenn lebende Pflanzen, wie Algen, Wassermoose, Haide ꝛc. — Lösungen von kohlensaurem Eisenoxydul in sich aufsaugen, das letztere dann seiner Kohlensäure berauben und durch den von ihnen ausgeschiedenen Sauerstoff in Eisenoxydhydrat umwandeln. Sterben diese Pflanzen ab, so übergeben sie ihren Eisengehalt dem Boden,

d. wenn abgestorbene Pflanzenmassen im Untergrunde nasser Bodenarten oder auf dem Grunde von Sümpfen,

Mooren und Seen mit Gesteinen in Berührung kommen, welche Eisenoxydhydrat enthalten. In diesem Falle wandeln die vegetabilischen Fäulnißmassen das Oxydhydrat zuerst durch Beraubung von Sauerstoff in Oxydul und dann durch die aus ihnen entstandene Kohlensäure in kohlensaures Eisenoxydul um, aus welchem dann wieder durch Luftzutritt Eisenoxydhydrat wird,

e. wenn aber vertorfende Pflanzenmassen mit dem in ihrem Lagerbecken vorhandenen Eisenoxydhydrat in Berührung kamen, so lösen sie dasselbe unverändert in den aus ihnen entstehenden Torfsäuren (Geïn- und Quellsäure) auf und setzen es dann auch wieder, sobald sie sich durch Einwirkung der Luft in Kohlensäure umgewandelt haben, an allen Gegenständen ihrer Umgebung ab.

Außer diesen Fällen kann aber noch Raseneisenerz entstehen,

f. wenn in einem Boden Reste von phosphorsaurem Kalk — z. B. von Knochen, Horn, Haaren — mit vitriolescirenden Eisenkiesen in Berührung kommen, denn in diesem Falle wird der aus dem letzteren entstehende Eisenvitriol, sobald er sich im Wasser gelöst hat, mit dem phosphorsauren Kalke die Säuren tauschen, so daß einerseits im Wasser löslicher Gyps und andererseits zuerst phosphorsaueres Eisenoxydul, dann aber unter Luftzutritt phosphorsaures Eisenoxyd entstehen. Auf dem Boden von Gewässern, in denen faulige Thierreste liegen, tritt dieser Fall am meisten ein,

g. wenn phosphorhaltige Pflanzen- und Thierreste in einem Boden mit schon vorhandenen humus- oder kohlensaurem Eisenoxydul in Berührung kommen; denn dann verbindet sich die aus den fauligen Organismenresten entstehende Phosphorsäure theilweise mit dem Eisensalze des Bodens, so daß aus ihm ein Gemenge zuerst von phosphorsaurem und humus- oder kohlensaurem Eisenoxydul, dann aber bei Luft-

zutritt von phosphorsaurem Eisenoxyd mit Eisenoxydhydrat entsteht, wie man namentlich an den „Klump" genannten Raseneisenerzen bemerken kann, welche sich in den Bodenarten von ausgetrockneten Sümpfen befinden.

Bemerkung: Die vorstehende Beschreibung ist ihren Hauptzügen nach aus meinen Werken: „Der Felsschutt und Erdboden" und: „Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen" entlehnt.

3) Das wasserlose Eisenoxyd oder Rotheisenerz (Röthel), welches aus dem Brauneisenerze entsteht, sobald diesem durch Hitze oder sonst eine Ursache das Wasser entzogen wird, wie man recht deutlich an den rothen Ziegeln und Backsteinen, welche durch das Brennen von ockergelber Thonmasse gewonnen werden, ersehen kann. In der Natur tritt dasselbe theils in glänzendeisenschwarzen, sechsseitigen Tafelkrystallen, Blättern und zarten Schüppchen oder auch in schwarzspiegelnden Ueberzügen von Gesteinsflächen, theils in braunrothen derben, dichten und erdigen Massen oder auch in eisenschwarzen Stalaktiten mit strahligfaserigem Gefüge auf. Außerdem aber erscheint es auch oft als zartes Pulver mit Thon innig und gleichmäßig gemischt und bildet alsdann je nach seiner im Thon vorhandenen Menge theils den thonigen Rotheisenstein und Röthel, theils den braunrothen oder eisenschüssigen Thon, wie man ihn so oft am Schieferthone und rothen Sandsteine bemerken kann. — Seine charakteristische Farbe ist die braun- oder kirschrothe, welche sich auch zeigt, wenn man das äußerlich glänzendschwarze krystallisirte Rotheisenerz oder den sogenannten Eisenglanz ritzt oder pulverisirt. Sein specifisches Gewicht ist $= 5{,}19 - 5{,}28$; es ist also schwerer als das Brauneisenerz. Auch gegen Säuren verhält es sich anders, wie dieses letztgenannte Eisenerz, da es sich nur sehr langsam und schwer selbst in den stärksten Säuren löst und darum auch

mit den Humussäuren wenigstens scheinbar gar keine Verbindungen eingeht.

Vorkommen. Das Rotheisenerz bildet für sich oft bedeutende Ablagerungsmassen und in seiner Verbindung mit Thon nicht nur alle rothen Schieferthone, sondern auch das Bindemittel aller braunrothen Sandsteine und Conglomerate.

4) Das Magneteisenerz oder Eisenoxydoxydul. Ein auch als Pulver grau- oder eisenschwarzes, theils in regelmäßigen Achtflächnern (Oktaëdern) krystallisirendes, theils in eckigen und rundlichen Körnern auftretendes, theils auch derbe Felsmassen mit körnigem oder dichtem Gefüge bildendes Eisenerz, welches sich wohl vom Feuersteine, aber nicht vom Messer ritzen läßt und ein specifisches Gewicht = 4,9—5,2 besitzt. Es ist ausgezeichnet durch seinen starken Magnetismus, dem zu Folge es theils von jedem magnetischen Körper angezogen wird, theils aber auch selbst auf Eisen und Magnetnadel anziehend einwirkt. In Salzsäure löst es sich vollständig mit grünlichbrauner Farbe auf; Ammoniak bildet dann in seiner Lösung einen schmutzig braunen Niederschlag. Seinem chemischen Bestande nach erscheint es als ein Gemisch von 69 Eisenoxyd und 31 Eisenoxydul oder auch von 74,8 Eisenoxyd und 25,2 Eisenoxydul. Dieser Gehalt von Eisenoxydul ist denn auch die Ursache, daß es an feuchter Luft durch Anziehung von Feuchtigkeit und Sauerstoff sich bald in ein Gemisch von Braun- und Rotheisenerz umwandelt, welches dann äußerlich ockergelb, orangegelb oder gelbroth aussieht.

Vorkommen. Das Magneteisenerz bildet theils für sich allein, namentlich in den nördlichen Erdgegenden, mächtige Fels- und Bergmassen, theils auch den Gemengtheil mehrerer krystallinischer Felsarten, so der basaltischen und anderer neuerer vulcanischen Gesteine. Im letzten Falle findet es sich vorzüglich in der Gesellschaft des Augites und der basaltischen

Hornblende, — zweier Mineralarten, welche unter ihren chemischen Bestandtheilen Eisenoxyduloxyd enthalten, so daß in vielen Fällen die Entstehung des Magneteisenerzes aus der Zersetzung dieser Mineralien nicht unwahrscheinlich erscheint, zumal da auch andere Mineralien, welche, wie z. B. der Chlorit und Serpentin, anerkannte Zersetzungsproducte des Augites und der Hornblende sind, in ihrer Masse nicht selten Magneteisen, noch dazu in schön ausgebildeten Krystallen eingewachsen zeigen.

IV. Die Siliciolithe oder Kieselsteine.

§. 25. Allgemeiner Charakter. — Alle hierher gehörigen Mineralien bestehen entweder nur allein aus fest- und hartgewordener Kieselsäure (Kieselerde oder Siliciumoxyd = SiO^2) oder aus Verbindungen dieser Säure mit verschiedenartigen basischen Oxyden unter denen jedoch die Thonerde (Aluminiumoxyd = Al^2O^3), das Kali (= KO) und Natron (= NaO), die Kalkerde (= CaO) und Magnesia (= MgO), das Eisen- und Manganoxydul (FeO und MnO) am meisten hervortreten. Sie sind alle in reinem Wasser unlöslich; jedoch werden viele von ihnen durch Säuren, selbst durch Kohlensäure haltiges Wasser in der Weise zersetzt, daß sich ihre basischen Oxyde mit diesen Säuren zu in Wasser löslichen Salzen verbinden, während ihre Kieselsäure als Gallerte, Schleim oder Mehl ausgeschieden wird. Alle jedoch werden durch Flußsäure angeätzt, indem sich diese Säure mit ihrer Kieselsäure zu im Wasser löslicher Kieselfluorwasserstoffsäure verbindet. Werden sie mit Phosphorsalz zusammen vor dem Löthrohre erhitzt, so schmelzen sie entweder gar nicht (so die nur aus Kieselsäure bestehenden) oder nur theilweise, indem ein ungeschmolzener, aus Kieselsäure bestehender Theil ganz von der Gestalt des angewandten Stückchens (als sogenanntes Kieselskelett) in der geschmolzenen

Masse umherschwimmt (so bei allen kieselsauren Salzen oder Silicaten).

Die hierher gehörigen Mineralien sind von der größten Wichtigkeit für die Bildung der Erdrindemassen; denn nicht nur die bei weitem meisten Felsarten, sondern auch alle eigentlichen Erdbodenarten bestehen aus ihnen, wie ja auch die Hauptmasse alles dessen, was man Sand nennt, nichts weiter als eine Zusammenhäufung von zerkleinten Trümmern der Siliciolithe ist. Wohl verdienen sie daher unsere größte Beachtung, wenn wir die Natur der Erdrindemassen und ganz besonders des Erdbodens als Trägers und Ernährers der Pflanzenwelt kennen lernen wollen, noch dazu, da ihre zusammengesetzten Arten bei der Zersetzung den Pflanzen auch ihre Hauptnahrungsmittel liefern. Je nach ihrer Zusammensetzung zerfallen sie in zwei Ordnungen, nemlich

1) in die Ordnung des Siliciumoxydes oder Kiesels, dessen Arten im reinen Zustande nur aus Kieselsäure bestehen, und

2) in die Ordnung der Silicate oder kieselsauren Salze, welche als Verbindungen der Kieselsäure mit einem oder mehreren basischen Oxyden zu betrachten sind.

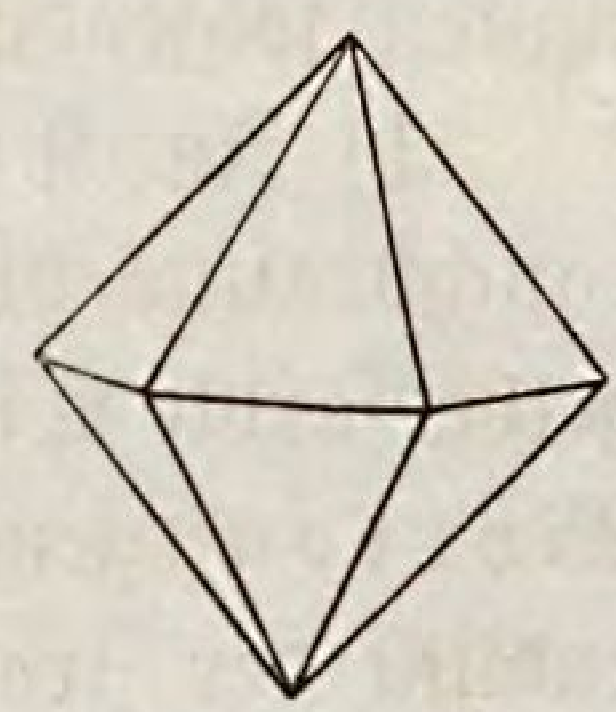
Bemerkung: Um dem Nichtchemiker zu Hülfe zu kommen, sei hier die Bemerkung gestattet, daß man unter basischen Oxyden oder Basen alle diejenigen Oxyde versteht, welche sich mit Säuren zu Salzen verbinden können, welche also die Grundlage oder Basis eines Salzes bilden.

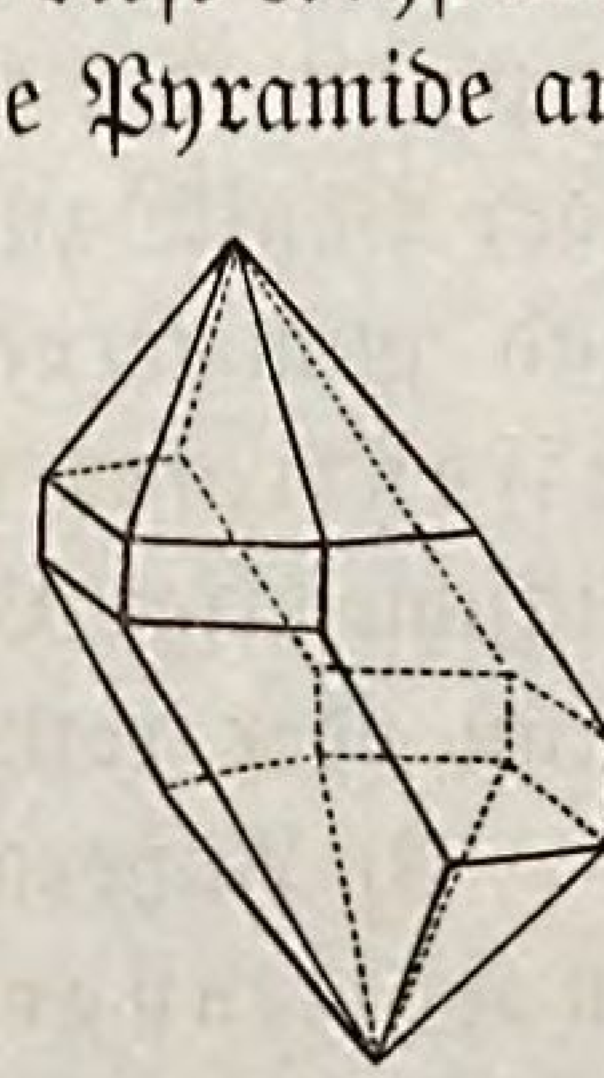
1. Arten des Siliciumoxydes.

§. 26. Der Quarz oder Kiesel. — Dieses bald farblose, bald weiß, rosenroth, fleischroth, braunroth, braun bis schwarz, bald gelbgrün, blau bis violett gefärbte, oft auch mannichfach gefleckte, gestreifte oder geaderte, dabei bald durchsichtige bald nur durchscheinende oder auch ganz undurchsichtige, endlich bald stark glas- oder öligglänzende, bald auch nur

schimmernde oder ganz matte Mineral ist zunächst an seiner Härte, der zu Folge es nicht vom Feuerstein geritzt wird, aber selbst auch ihn nicht ritzt, sodann an seiner Eigenschaft, am Stahle unter Entwicklung eines brenzlichen Geruches stark zu funken und beim Aneinanderreiben zweier Stücken blitzähnlich zu leuchten und dabei ebenfalls brenzlich zu riechen, endlich an seiner gänzlichen Unlöslichkeit in Wasser, Alkalien und Säuren (mit Ausnahme von Flußsäure) sowie an seinem Verhalten gegen Soda, mit welcher es unter Aufbrausen zu klarem durchsichtigen Glase zusammenschmilzt, zu erkennen.

Es tritt bald in Krystallen und krystallischen Aggregaten, bald in eckigen oder abgerundeten Körnern, bald in Knollen und Kugeln, bald auch in derben Massen mit körnigem, faserigen oder dichtem Gefüge auf. Seine Krystalle, welche bisweilen eine kolossale Größe haben, bilden eine aus zwölf gleichschenkeligen, oft aber ungleich großen, Dreiecken umschlossene, Doppelpyramide (Fig. 5), noch häufiger aber eine sechsseitige, an ihren Seitenflächen horizontal gestreifte Säule, welche bei vollständiger Ausbildung an ihrem oberen und unteren Ende durch eine sechsseitige Pyramide zugespitzt erscheint. In der Regel aber erscheinen diese Krystalle mit ihrem unteren Ende aufgewachsen, so daß die Pyramide an diesem Ende sich nicht hat entwickeln können, nicht selten auch auf mannichfache Weise unter einander so verwachsen (Fig. 6), daß sich ihre Gestalten gebogen, gedrückt, verschoben und unregelmäßig zeigen. Am regelmäßigsten und ausgebildetsten sind noch die gewöhnlich erbsen- bis haselnußgroßen Krystalle, welche in der Masse von anderen Gesteinen, z. B. im Mar-


Fig. 5.


Fig. 6.

mor, Gyps, Thon und Mergel oder auch in manchen Porphyren, eingewachsen liegen. Der Zusammenhalt des Quarzes ist spröde; seine Bruchflächen aber zeigen sich theils muschelig theils uneben und splitterig. Sein specifisches Gewicht ist $= 2{,}2 - 2{,}65 - 2{,}8$. Im reinen Zustande besteht er aus 47 Theilen Silicium und 53 Theilen Sauerstoff, also nur aus Kieselsäure. Indessen sehr häufig ist seine Masse verunreinigt durch Beimengungen verschiedener Art, so namentlich durch Oxyde des Eisens, Mangans und Nickels oder auch durch organische Substanzen, durch welche Beimengungen eben die Verschiedenheit seiner Farben hervorgebracht wird. Bisweilen endlich zeigen sich Krystalle, Nadeln und Schuppen von verschiedenen anderen Mineralien, selbst von Gold eingewachsen in seiner Masse, namentlich in den Krystallen.

Je nach seinen Körperformen und Beimengungen bildet der Quarz eine Menge Abarten, unter denen als die wichtigsten folgende zu nennen sind:

1) In Krystallen erscheint der farblose, weingelbe, rauchbraune bis schwarze Bergkrystall, von welchem der gelbgefärbte Citrin, der braune Rauchtopas, der schwarze Morion genannt wird; ferner der violette Amethyst, endlich der graulich- oder bläulichweiße gemeine Quarz.

2) In derben Massen tritt auf: der gemeine, weiße Quarz, der rosenrothe Rosenquarz, der apfelgrüne Chrysopras, der lauchgrüne Prasem, welcher durch rothe Flecken oder Punkte zum Heliotrop wird, der gelb- oder rothbraune und glimmernde Aventurin, der roth- oder hornbraune Eisenkiesel und Hornstein, der rauchgraue oder schwarze, dickschieferige Lydit oder Kieselschiefer und gelb, braun, grün oder rothgefärbte Jaspis.

3) Außerdem gibt es auch Gemenge von amorpher, in Kalilauge löslicher, und von krystallinischer, in Kalilauge unlöslicher, Kieselsäure, welche sich also

theilweise in der obengenannten Lauge auflösen lassen, so der bläulichweiße oder bräunliche Chalzedon, der fleischrothe Carneol, der aus abwechselnden Lagen von Chalzedon, Carneol, Jaspis und Amethyst oder Bergkrystall bestehende Achat und der in mannichfach gestalteten, gewöhnlich dunkelrauchgrauen oder schwärzlichen, Knollen, namentlich in dem Kreidegebiete oft mächtige Lagen bildende, Feuerstein oder Flint.

Bemerkung: Es sind im Vorstehenden die Abarten des Quarzes etwas ausführlich angegeben worden, weil dieselben so vielfach zu Schmuckgegenständen und anderen Geräthschaften verwendet werden und zum Theil auch eine weite Verbreitung besitzen.

Vorkommen. Unter den eben erwähnten Abarten des Quarzes sind nur der gemeine Quarz, der Kieselschiefer und allenfalls der Feuerstein von geologischer Wichtigkeit; denn diese bilden nicht nur selbständige Erdrindemassen, sondern auch Gemengtheile vieler Felsarten und auch des Erdbodens. Unter ihnen aber überragt wieder an Bedeutung

1) der gemeine Quarz alle übrigen durch seine weite Verbreitung und seine große Theilnahme an der Bildung der verschiedensten Erdrindemassen. Derselbe bildet zunächst für sich allein den, in der Urschiefer- und Grauwackeformation häufig auftretenden, Quarzfels, eine durch ihre weiße Farbe und ihre öden, kahlen, mauerförmig ansteigenden, spitzzackigen Riffe ausgezeichnete Felsart. Sodann aber tritt er als Gemengtheil von vielen krystallinischen Felsarten auf. Vorherrschend erscheint er in dieser Beziehung im Gemenge mit kieselsäurereichen Feldspathen (Orthoklas oder Oligoklas) allein, so im Felsitporphyr und Granulit, oder auch zugleich mit Glimmer, so im Granit und Gneiß, oder auch ohne Feldspath und mit Glimmer allein, so im Glimmerschiefer, seltener mit Feldspath und zugleich Hornblende, so in manchem Syenit und Trachyt.

Bei der Verwitterung aller dieser eben genannten Felsarten werden nun die Feldspathe, der Glimmer und die Hornblende in thonartige Erdkrumen umgewandelt; die mit ihnen verbundenen Quarzkörner aber bleiben, da sie durch die Atmosphärenstoffe nicht weiter umgewandelt werden können, als Kies und Sand von allen diesen Felsarten zurück. Durch Wasser von ihrer Mutterstätte fortgeschlämmt werden Erdkrumen und Sand mit einander gemengt und bilden nun sandigthonige, lehmige oder sandigmergelige Gemische, aus denen nicht nur lockere oder lose Erdbodenaggregationen, sondern im Zeitverlaufe bei ihrer Festwerdung Conglomerate und Sandsteine entstehen: So bildet denn nun auch der gemeine Quarz in der Form von Geröllen, Kies und Sand den Hauptgemengtheil der meisten thonigen und lehmigen Bodenarten, Schieferthone, Sandsteine und Conglomerate. — Aber wenn fließendes Wasser mit starker Wucht und Geschwindigkeit die sandhaltigen Erdbodenmassen durchwühlt, schlämmt und mit sich fortreißt, dann trennt sich allmählich der Sand von den in feinzertheilter Schlämmung befindlichen Erdkrumentheilen und senkt sich da, wo die Fluth des Wassers sich stauet oder ganz langsam zu fließen beginnt, wie dieses an den vom Wasser überflutheten Ufern der Fall ist, zu Boden, während die schlammigen Erdkrumen noch weiter geflutheт werden. Sich nun allmählich an seinen neuen Ablagerungsstätten immer mehr anhäufend, bildet er an diesen im Zeitverlaufe ausgedehnte und wohl zu Hunderten von Fußen anschwellende Anhäufungen, welche dann der Wind theils zu unwirthbaren, immer beweglichen Hügeln anhäuft, theils über weite Flächen fruchtbarer Ländereien ausstreut. — So ist denn endlich auch der Quarz das Hauptbildungsmaterial aller Sandanhäufungen, Dünen und Wüsten.

Welch' weiten Verbreitungskreis hat nach allem diesen der Quarz! Selbst als Felsmasse auftretend bildet er auch den Gemengtheil vieler anderer — und noch dazu der am weitesten verbreiteten und am mächtigsten auftretenden — Felsgesteine, der meisten Bodenarten und der gewaltigen Wüstensandanhäufungen. Kein anderes Mineral kann sich in dieser Beziehung mit ihm messen, wenn nicht der kohlensaure Kalk. Aber welche Wichtigkeit hat er auch im Haushalte der Natur! Kann er auch in Folge seiner Unlöslichkeit selbst kein Nahrungsmittel für die Pflanzenwelt abgeben, so bereitet er ihr doch in inniger Untermengung mit Thon aus dieser an sich immer nassen, kalten und zur Schlammbildung geneigten Erdkrume den besten Wohnsitz und das reichlichste Nahrungsmagazin. Aber wie er hier das Beförderungsmittel des Pflanzenlebens ist, so wird er auch da, wo ihn die atmosphärischen Luftströmungen in gewaltigen Massen als Flugsand über fruchtbare Culturländereien ausschütten, der Ertödter und Grabhügel aller Pflanzen.

2) Der Kieselschiefer oder Lydit, ein bräunlich- oder rauchgrauer bis schwarzer, kohlige Beimengungen enthaltender, Quarz, tritt zwar nirgends als Gemengtheil von gemengten krystallinischen Felsarten auf, aber er bildet für sich allein bedeutende Ablagerungsmassen namentlich im Gebiete des Thonschiefers und der Grauwacke und nimmt auch oft als Gerölle und Sand Theil an der Bildung von Conglomeraten und Sandsteinen. An der Luft liegend entweichen allmählich seine kohligen Beimengungen als Kohlensäure; dann wird er mürbe und zerfällt zuletzt zu größeren und kleineren Trümmern, die, wenn sie fließend im Wasser fortgefluthet, zu abgerundeten Geschieben und Sandkörnern zerrieben werden.

3) Der Feuerstein oder Flint, welcher, wie schon bemerkt, seine Haupttheimath im Gebiete der weißen Kreide hat, wird da, wo ihn die brandenden Wogen des Meeres,

wie dieses z. B. der Fall an dem felsigen Gestade der Insel Rügen und der Insel Wight ist, massenweise aus seinen Ablagerungsstätten herauswühlen, hin und her geschoben, theils zu Geröllen abgerundet, theils zu feinen Sand zermalmt und zuletzt von den Wellen an allen flachen Orten des Gestades ausgeworfen, um dann von den landeinwärts ziehenden Meereswinden als Bildungsmaterial der Dünen benutzt zu werden. Als Gemengtheil von Felsarten tritt er jedoch nur selten auf, so z. B. in dem Puddingstein Englands, welcher aus Feuersteingeröllen besteht, die durch ein kieseliges Bindemittel verbunden sind.

2. Arten der Silicate.

§. 27. Allgemeine Beschreibung. — Nächst dem Quarze sind die Silicate die wichtigsten Minerale für die Zusammensetzung der Felsarten; denn nicht genug, daß es keine gemengte Felsart gibt, welche nicht irgend ein Silicat zum Bestandtheil hat, sind sie auch die alleinigen Erzeuger und Bildungsmittel aller wirklichen Erdkrumen-Arten, sowie die Magazine, aus denen alle Pflanzen ohne Aufhören alle diejenigen Nahrungsmittel erhalten, welche denselben nicht nur die Mittel zur Bildung ihrer eigentlichen Körpersubstanzen, sondern auch das Festigungsmaterial für diese Körpersubstanzen spenden. Oder ist es etwa unbekannt, daß Thon, Lehm, Letten und Mergel Silicate sind und aus der Zersetzung von Silicaten entstehen? Oder weiß man nicht, daß die Pflanzenasche — dieser letzte Rückstand von der vollständigen Verbrennung aller Pflanzen — in den meisten Fällen Kali, Natron, Kalkerde und auch wohl Kieselsäure, also lauter Zersetzungsproducte von Silicaten, enthält? — Wohl ist daher die Kenntniß wenigstens derjenigen Silicate, welche an der Fels- und Bodenbildung einen vorragenden Antheil nehmen, von der größten Wichtigkeit.

Wie nun oben schon angedeutet, so versteht man unter Silicaten alle diejenigen Mineralien, welche aus der Verbindung der Kieselsäure mit einem oder mehreren basischen Metalloxyden bestehen. Unter den basischen Oxyden aber, welche sich in den Silicaten am häufigsten zeigen, treten nächst der Thonerde am meisten auf: das Kali und Natron, die Kalkerde und Magnesia, das Eisen- und Manganoxydul, jedoch in der Weise, daß die aus ihnen gebildeten Silicate als Verbindungen

theils der kieselsauren Thonerde theils der kieselsauren Magnesia	mit kieselsaurem Kali, Natron, Calciumoxyd und Eisenoxydul

zu betrachten sind, so daß man wenigstens diejenigen Silicate, welche für die Fels- und Bodenbildung von hervorragender Bedeutung sind, eintheilen kann:

1) in Thonerdesilicate, welche neben der Thonerde hauptsächlich Kali, Natron, Kalkerde, bisweilen auch etwas Magnesia und Eisenoxydul enthalten, bei ihrer Verwitterung sich mit einer weißen oder ockergelben Thonrinde überziehen und schön blau werden, wenn man ihr Pulver über der Spiritusflamme, z. B. vor dem Löthrohre, glüht, dann mit Kobaltlösung befeuchtet und wieder erhitzt;

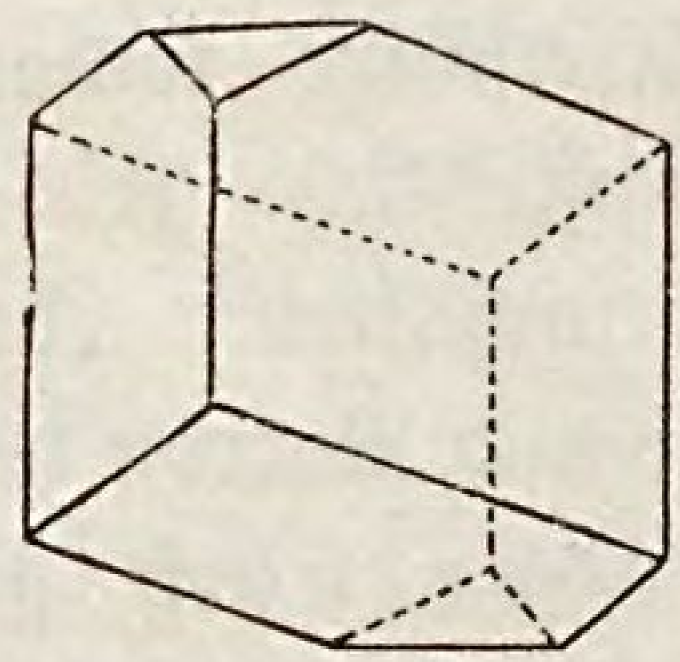
2) in Magnesiasilicate, welche neben vorherrschender Magnesia hauptsächlich Kalkerde und Oxyde des Eisens und Manganoxydes, nicht selten aber auch mehr oder weniger Thonerde und zugleich auch etwas Natron enthalten, bei ihrer Verwitterung sich mit einer theils blaugrünen, aus Grünerde bestehenden, theils unreinen grünlichgelben bis weißen, aus Magnesiathon (Walkerde) gebildeten Rinde bedecken und blaß rosenroth werden, wenn man sie in der oben angegebenen Weise mit Kobaltlösung glüht.

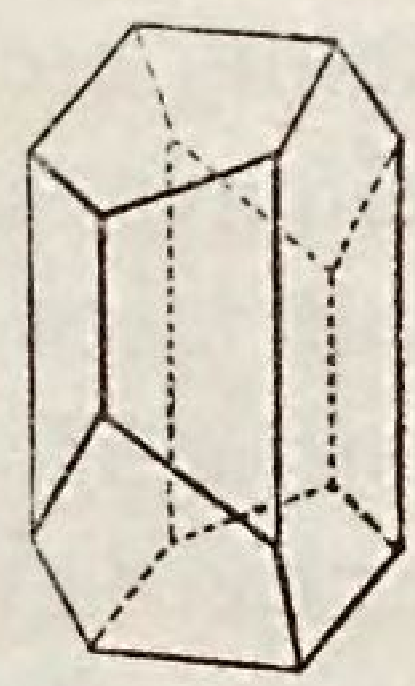
Unter den in der Natur vorkommenden Silicaten gibt es keine, welche sich in reinem Wasser lösen; wohl aber werden sie alle allmählich zersetzt, wenn Kohlensäure haltiges Wasser lange Zeit ununterbrochen auf ihre Masse einwirken kann. Diese Zersetzung geht um so eher vor sich, je reicher an Kalkerde oder auch an Alkalien und je ärmer sie — im Verhältnisse zu der in ihnen vorhandenen Kalkerde — an Kieselsäure sind. Auf künstlichem Wege lassen sich ebenfalls viele von ihnen durch Salz- oder Salpetersäure, sobald man ihre Pulver mit einer dieser Säuren mehrere Minuten lang erwärmt, in der Weise zersetzen, daß die in ihnen vorhandenen basischen Oxyde durch diese Säuren aus ihrer Verbindung herausgezogen und aufgelöst werden, während die vorher mit ihnen verbunden gewesene Kieselsäure theils als eine kleister- oder gallertähnliche, theils als eine schleimige oder auch wohl pulverige Masse ausgeschieden wird. Außerdem aber gibt es auch noch viele Silicate, wie z. B. der Orthoklas-, Oligoklas- und Albit-Feldspath, welche auf künstlichem Wege durch die obengenannten Säuren nicht eher sich zersetzen lassen, als bis sie vorher erst mit Alkalien zu einer glasartigen Masse zusammengeschmolzen worden sind.

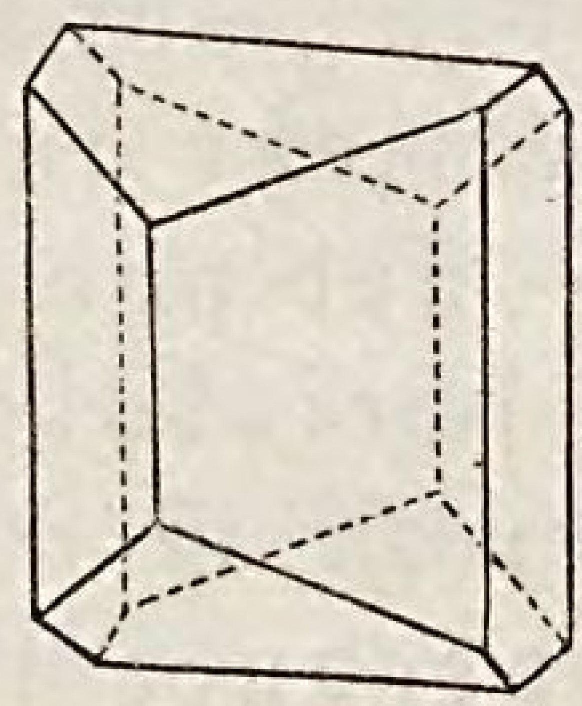
a. Thonerde-Silicate.

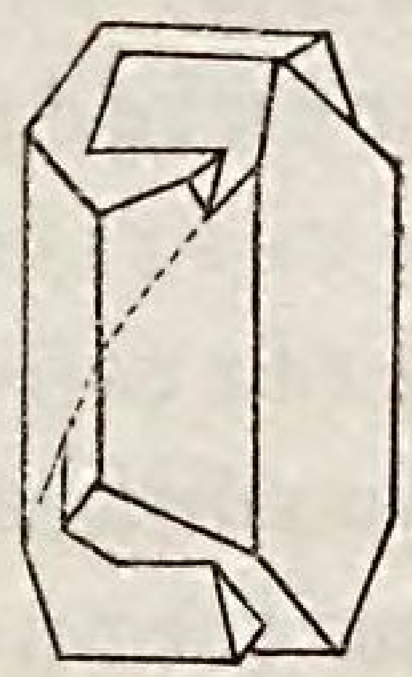
§. 28. **Die Feldspathe. — a. Allgemeine Eigenschaften.** Diese, für die Fels- und Bodenbildung wichtigsten aller Silicate sind **wasserfreie Verbindungen von kieselsaurer Thonerde mit kieselsauren Alkalien oder alkalischen Erden oder mit beiden zugleich.** In ihren Verbindungen kommt auf 1 Gewichtstheil Thonerde, 1 Gewichtstheil Monoxyd (Kali, Natron oder Kalkerde) und 2 bis 6 Gewichtstheile Kieselsäure. Sie sind vorherrschend weiß, gelblich, röthlich bis roth- oder graubraun oder auch aschgrau gefärbt, seltener farblos oder grün, gewöhnlich

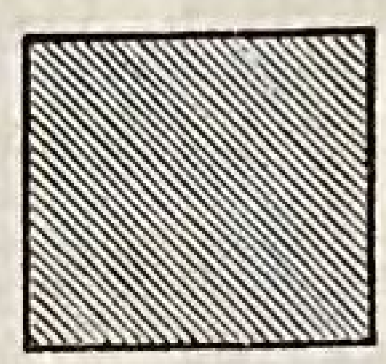
undurchsichtig und auf frischen Spaltflächen glas- oder perlmutterglänzend, äußerlich aber häufig ganz glanzlos. In ihrer Härte stehen sie unter dem Quarze, aber noch über dem Glase; denn sie werden vom Feuersteine geritzt, ohne ihn wieder zu ritzen, und ritzen das Glas, ohne von ihm wieder geritzt zu werden. Dabei aber geben sie wenigstens im frischen Zustande ähnlich dem Quarze noch Funken am Stahle, ohne jedoch, wie diese, dabei einen brenzlichen Geruch zu entwickeln. Ihr specifisches Gewicht beträgt 2,53 bis 2,76. — In der Natur treten sie theils als derbe Massen, theils als Körner und Krystalle auf, welche entweder anderen Mineralien aufgewachsen oder in der Masse von Felsarten (z. B. von Porphyren) eingebettet erscheinen. Diese Krystalle bilden kurze oder mittellange, bald schiefe, von rhomboidalen Flächen umschlossene (Fig. 7), bald gerade, von rechteckigen Flächen begrenzte und gewöhnlich an zwei neben einander liegenden Ecken ihrer oberen und unteren Endfläche abgestumpfte (Fig. 8), bald auch breitgedrückte, oben und unten durch zwei schiefe, ungleiche Flächen dachförmig zugeschärfte Säulen (Fig. 9), welche sehr gewöhnlich zu zwei oder mehreren so an oder durch einander gewachsen sind, daß die eine umgekehrt an dem andern liegt (Fig. 10). Wenn man einen Porphyr oder sonst eine Felsart zerschlägt, in

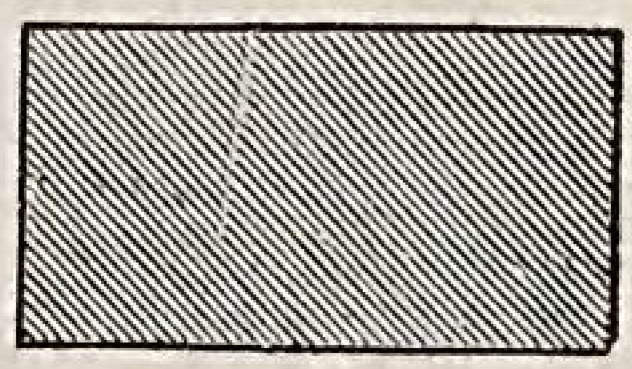

Fig. 7.


Fig. 8.


Fig. 9.


Fig. 10.


Fig. 11a.


Fig. 11b.

welcher solche Krystalle liegen, so bilden diese auf der durchgeschlagenen Gesteinsfläche quadratische, rechteckige oder auch länglich sechseckige Krystallflächen, was für die Feldspathe sehr bezeichnend ist (Fig. 11a, 11b).

Soviel über die physischen Eigenschaften und Körperbildungen der Feldspathe. Betrachten wir nun auch noch den chemischen Gehalt derselben etwas näher.

Man theilt die Feldspathe je nach der Größe ihres Kieselsäure-Gehaltes ein in kieselsäurereiche und kieselsäurearme.

1) Zu den kieselsäurereichen Feldspathen nun rechnet man diejenigen Arten derselben, in welchen auf 1 bis 2 Gewichtstheile der Thonerde und Alkalien 4 bis 6 Gewichtstheile der Kieselsäure kommen, in denen also sich die gegen Säuren unempfindliche Kieselsäure so recht geltend macht mit ihren Eigenschaften. In ihnen sind neben der Thonerde vorzüglich Kali und Natron herrschend, während die Kalkerde sehr oder auch ganz zurücktritt. Aber eben wegen ihres starken Kieselsäuregehaltes und ihrer geringen oder auch ganz fehlenden Menge von Kalkerde werden sie auch von den Verwitterungspotenzen um so weniger, je mehr in ihnen der Kaligehalt hervortritt, — und von Salz-, Schwefel- oder Salpetersäure scheinbar gar nicht angegriffen. Ihr specifisches Gewicht ist = $2,_{53}$ bis $2,_{68}$. — Ihr Verwitterungsproduct ist Porzellanerde oder gemeiner Thon.

In den gemengten krystallinischen Felsarten erscheinen sie gewöhnlich im Verbande mit Quarz und Glimmer oder Turmalin oder mit gemeiner Hornblende, aber wohl nie mit Augit. Zu ihnen gehören:

der Orthoklas oder Kalifeldspath,

der Albit oder Natronfeldspath,
der kalkfreie Oligoklas oder Kali-Natronfeldspath.

2) Zu den kieselsäurearmen Feldspathen dagegen zählt man diejenigen Arten, in welchen die Menge der Kieselsäure nur das zwei- oder dreifache von der Menge der basischen Oxyde (Natron und Kalkerde) ausmacht. In ihnen herrscht neben der Thonerde die Kalkerde und dann noch das Natron, während das Kali sehr oder auch ganz zurücktritt. Wegen ihrer geringeren Menge Kieselsäure und ihres größeren Kalkgehaltes verwittern sie nicht nur leichter, sondern werden auch durch Salz- und Schwefelsäure leichter mit oder ohne Absonderung von schleimiger Kieselsäure zersetzt. Ihr specifisches Gewicht ist höher als das der vorigen Feldspathe: denn es beträgt 2_{67} bis $2,_{76}$. — Ihr Verwitterungsproduct ist ein mit kohlensaurem Kalk untermischter und darum gewöhnlich mit Säuren aufbrausender Thon.

In den gemengten krystallinischen Felsarten erscheinen sie vorzüglich in Verbindung mit Kalkhornblende, Augit, Hypersthen oder Diallag, aber nie mit Quarz und selten nur mit schwarzem Glimmer. Zu ihnen gehören:
der Kalkoligoklas oder Kalk-Natron-Kalifeldspath,
der Labrador oder Kalk-Natronfeldspath,
der Anorthit oder Kalkfeldspath.

b. Besondere Beschreibung der Feldspatharten. — Unter den eben genannten Feldspatharten spielt der weiße oder grünlichweiße, hauptsächlich auf Gängen im Granit und Gneiß vorkommende, Albit, sowie der farblose oder weiße, ganz in Salzsäure auflösliche und hauptsächlich in jüngeren vulcanischen Felsarten auftretende, Anorthit bei der Felsartenbildung nur eine untergeordnete Rolle. Von

ihnen soll daher im Folgenden nur noch beiläufig die Rede sein. Dagegen sind Orthoklas, Oligoklas und Labrador Hauptfelsbildungsmittel und darum auch für die Bodenerzeugung von der größten Wichtigkeit; sie muß man daher genau kennen lernen, zumal da sie in sehr feinkörnig und undeutlich gemengten Felsarten nur noch durch das Mikroskop und die chemische Zerlegung der letzteren zu erkennen sind. Hat man indessen nur die Bodenbildung dieser Feldspathe im Auge, so reicht die oben gegebene Unterscheidung derselben in kieselsäurereiche oder kalkarme und in kieselsäurearme oder kalkreiche schon aus, da die einzelnen Arten jeder dieser beiden Feldspathgruppen in der Art ihrer Bodenbildung sich sehr nahe stehen und nur in der Zeit, in welcher sie sich in Erdkrumen umwandeln, von einander unterscheiden. — Betrachten wir nun nach diesen Voraussetzungen:

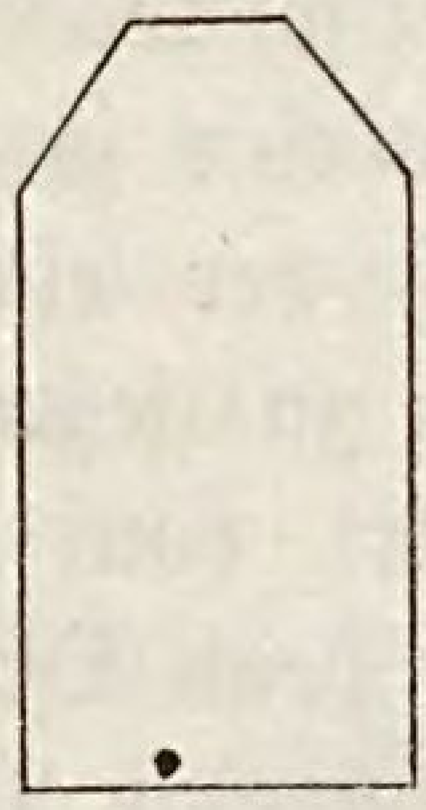
a) unter den kieselsäurereichen Feldspathen:

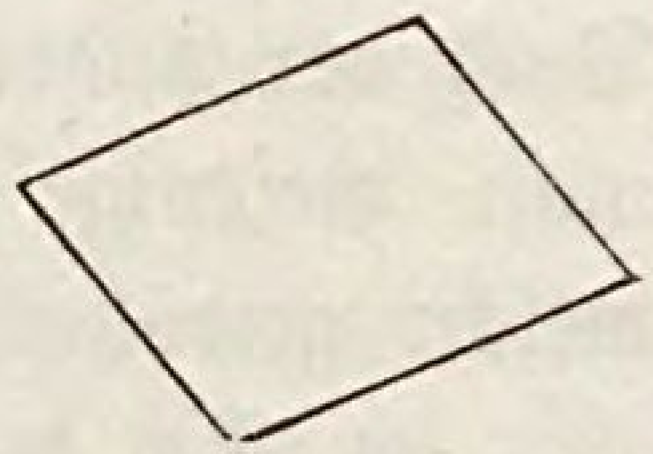
1) den Orthoklas oder gemeinen Feldspath, dessen Krystalle und krystallinische Massen dadurch ausgezeichnet sind, daß sie sich unter zwei rechtwinkelig aufeinanderstehenden Richtungen leicht und vollkommen in rhomboidische Säulen und Tafeln zertheilen lassen, woher auch sein aus dem Griechischen entlehnter Namen — „Orthos", rechtwinkelig, und „Klao", spalten — stammt. Er ist es, welcher namentlich in den schon angegebenen vierseitigen rhombischen und rechteckigen oder auch sechsseitigen, oben und unten durch zwei ungleich große Dachflächen zugeschärften, Säulen und in zusammengewachsenen (oder Zwillings-) Krystallen auftritt, welche gewöhnlich in der Masse von Felsarten — z. B. in Porphyren — eingewachsen erscheinen und dann auf den Bruchflächen dieser Felsarten in den oben schon erwähnten Umrissen hervortreten.

Erklärung: Will man sich ein deutliches Bild von den Orthoklaskrystallen machen, so schneide man sich aus Thon

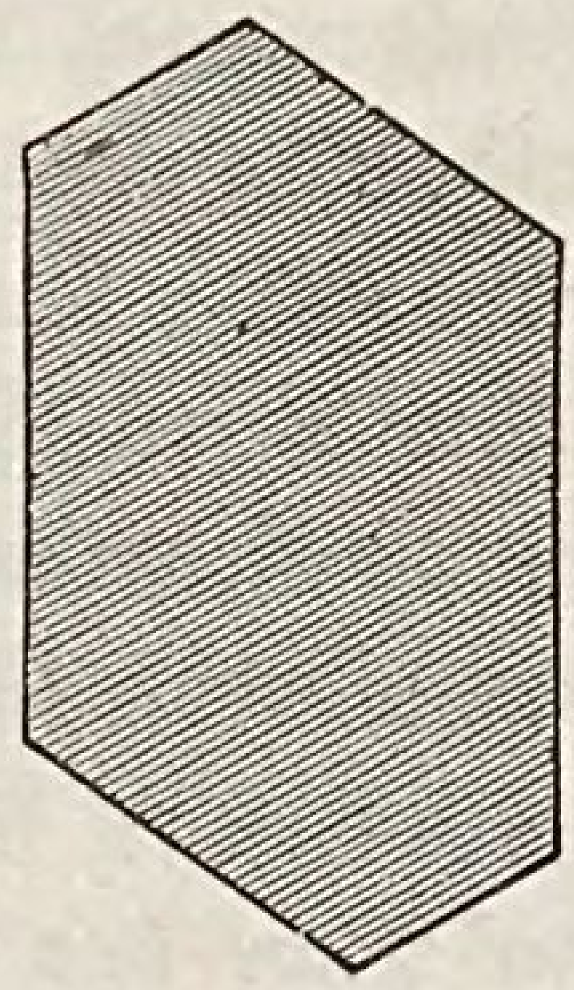
oder Kartoffeln vier rhombische Säulen (d. h. Säulen, welche oben und unten durch eine Rhombenfläche begrenzt und seitlich von vier rechteckigen Flächen umschlossen werden).

1) An der ersten dieser Säulen schneide man zunächst zwei neben einander liegende Ecke der oberen Endfläche und dann in diagonaler Richtung auch zwei Ecke der unteren Endfläche ab. Die hierdurch entstehende Gestalt zeigt im Längenschnitte den Umriß (Fig. 11 d), im Querschnitte den Umriß (Fig. 11 e).


Fig. 11 d.


Fig. 11 e.

2) An der zweiten dieser Säulen schneide man von den Ecken der beiden stumpfen Säulenkanten aus nach der oberen und unteren Endfläche hin zwei schiefe Flächen so weit, daß an der Stelle der ursprünglichen Endfläche zwei ungleiche dachförmige Flächen entstehen (Fig. 12). Die hierdurch entstehende Gestalt zeigt in dem Längenschnitte, welchen man parallel mit der stumpfen Säulenkante macht, ein Rechteck ([]), dagegen in dem Längenschnitte, welchen man parallel der scharfen Säulenkante macht, einen länglich sechseckigen Umriß (s. Fig. 12) oben und unten mit ungleichlangen Dachlinien und im Querschnitte wieder eine Rhombenfläche.


Fig. 12.

3) An der dritten Rhombensäule schneide man zunächst wieder oben und unten, wie bei der zweiten Säule, die Dachflächen, dann aber schneide man die schärfere Säulenkante so weit weg, daß an ihrer Stelle eine breite sechskantige Säulenfläche entsteht. Die ursprüngliche Rhombensäule wird

hierdurch zu einer tafelförmigen, sechsflächigen, oben und unten dachförmig zugeschärften, Säule, an welcher die ehemaligen stumpfkantigen Rhombensäulenflächen nur noch als schmale Schärfen hervortreten (Fig. 13). Sowohl der Längen-, wie der Querschnitt zeigt an dieser Gestalt eine sechskantige Fläche. — Hat man sich zwei solcher Gestalten geschnitten und legt dann die eine so auf die andere, daß das untere Dach der einen auf das obere Dach der anderen zu liegen kommt, so erhält man diejenige Art von Zwillingskrystallen, welche gewöhnlich beim Orthoklas vorkommt.

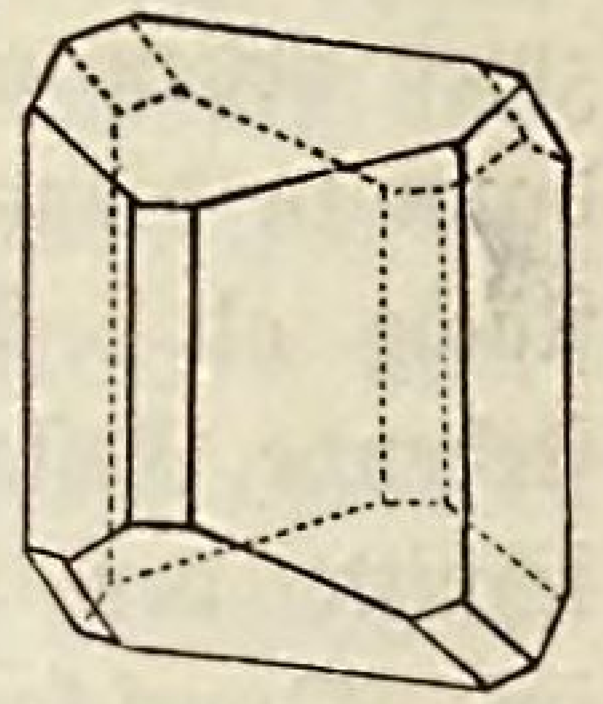


Fig. 13.

4) An der vierten Rhombensäule endlich schneide man alle vier Längenkanten so weit weg, daß die ursprünglichen Säulenflächen ganz verschwinden. Man erhält hierdurch eine rectanguläre Säule, deren sämmtliche Flächen Rechtecke bilden, und welche beim Durchschnitte immer nur rechteckige Umrisse zeigt. An dieser Säule können nun wieder alle die Abänderungen vorgenommen werden, welche unter 1., 2. und 3. angegeben worden sind.

Bemerkung: Weitere krystallographische Beschreibungen sind gegen den Plan und Zweck dieses Buches. Es wurden deswegen die vorstehenden Erklärungen so populär wie möglich gegeben. Nothwendig waren sie jedoch, einerseits weil sie zur Charakterisirung des Orthoklases dienten und andererseits, weil sie überhaupt die Veränderungen, welche an den Gestalten der Krystalle vorkommen können, veranschaulichen sollten. Bei den Hornblenden und Augiten werden dieselben gebraucht werden.

Außer in Krystallen tritt indessen der Orthoklas auch in derben Massen auf, welche körniges oder späthiges Gefüge haben und im letzten Falle sich nach bestimmten Richtungen hin in Säulen und Tafeln spalten lassen. Trifft man aber beim Zerschlagen diese Richtungen nicht, so kommen muschelige

bis unebene und splitterige Bruchflächen zum Vorscheine. Das specifische Gewicht des Orthoklases beträgt 2,53—2,58. Seine vorherrschenden Farben sind weiß ins Gelbliche und Röthliche, oder rosen=, fleisch= bis braunroth, bei der beginnenden Zersetzung seiner Masse aber äußerlich stets röthlich und innerlich weiß oder auch umgekehrt, je nachdem seine Zersetzung von Innen nach Außen oder von Außen nach innen schreitet. Bisweilen ist er auch farblos und durchsichtig, sonst aber nur durchscheinend oder ganz undurchsichtig. Im frischen Zustande zeigt er sich stark glas= oder perlmutterglänzend, im angewitterten aber matt.

In Beziehung auf sein chemisches Verhalten ist zu bemerken, daß er schwer schmelzbar ist und von Salz= oder Schwefelsäure scheinbar gar nicht angegriffen, dagegen durch Wasser, welches humin= oder quellsaure Alkalien (z. B. Ammoniak) oder auch Kohlensäure enthält, zumal im zerkleinerten Zustande ganz allmählich aufgelöst wird. — Im ganz reinem Zustande besteht er aus 65,20 Kieselsäure, 18,12 Thonerde und 16,68 Kali; gewöhnlich aber enthält er neben dem Kali noch 1—3 pCt. Natron und oft auch Spuren von Eisenoxydul, durch welches er eben beim Beginne seiner Zersetzung gelblich oder röthlich gefärbt wird, und bisweilen auch noch Spuren von Kalkerde.

Je nach den Abänderungen in seinen physischen und chemischen Eigenschaften hat man von dem Orthoklase oder gemeinen Feldspathe mehrere Abarten unterschieden, von denen folgende die wichtigsten sind:

1) Adular: reiner Kalifeldspath; farblos, klar, durchsichtig oder weiß; starkglänzend.

2) Felsit oder Feldstein: ein gleichmäßiges inniges Gemisch von eisenoxydulhaltiger Orthoklasmasse mit mehliger Kieselsäure, unrein braun, wenig oder gar nicht glänzend; die Grundmasse des Felsitporphyrs bildend.

3) Sanidin: graulich- oder gelblichweiß; äußerlich stark rissig und wenig glänzend; auf den Spalt- und Bruchflächen aber sehr stark glänzend und wie zersprungenes Glas aussehend. Ein durch vulcanisches Feuer geschmolzener Orthoklas (oder Albit) und Hauptgemengtheil der Trachyte (und Phonolithe).

Vorkommen des Orthoklas. — Der Orthoklas bildet zwar für sich allein keine besondere Felsart, aber im Gemenge

1) mit Felsit und Quarz den Felsitporphyr und den undeutlich schiefrigen Granulit;

2) mit Quarz und Glimmer den körnigen Granit und den schiefrigen Gneiß;

3) mit Quarz und Turmalin den Turmalingranit;

4) mit Magnesiahornblende den Syenit, welcher indessen auch meistens neben dem Orthoklas auch Oligoklas und dann neben der Hornblende auch etwas Magnesiaglimmer enthält.

Ueberhaupt zeigt sich der Orthoklas allein gewöhnlich in Verbindung mit weißem Kaliglimmer und Quarz, aber häufig auch in Untermengung mit Oligoklas und dann meist mit schwarzem Magnesiaglimmer und Magnesiahornblende. — Außerdem bemerkt man eckige und abgerundete, gelbliche oder braune Körner des Orthoklases sehr häufig als Gemengtheile der Sandsteine und auch des losen Sandes. Dieses Vorkommen ist insofern namentlich für den Sand von Wichtigkeit, als eben die Orthoklaskörner den an sich unfruchtbaren Quarzsand bei ihrer Zersetzung nicht nur mit thoniger Erdkrume, sondern auch mit Pflanzennahrungsstoffen, so namentlich mit kiesel- und kohlensaurem Kali und Natron, versorgen.

2) Der Oligoklas, in seinen Krystallformen dem Orthoklase und noch mehr dem Albite sehr ähnlich, aber dann von dem ersteren dadurch unterschieden, daß sich seine, übrigens

nur selten vollständig ausgebildeten Krystalle nicht rechtwinkelig spalten lassen. In der Regel sind seine Krystalle in der Masse anderer Gesteine so fest eingewachsen, daß sie sich nicht vollständig von ihr lostrennen lassen. Am meisten jedoch bildet er eckige Krystallkörner oder auch derbe Massen von graulich-, gelblich- oder grünlichweißer oder auch unrein röthlich grauer bis graubrauner Färbung und von geringem Glanze, welcher überhaupt nur deutlich auf den Spaltflächen der Krystalle hervortritt. In seinem specifischen Gewichte, welches = 2,63—2,68 ist, steht er über über dem Orthoklase.

In seiner chemischen Zusammensetzung nähert er sich bald dem Orthoklase und Albit, bald dem Labrador, so daß man ihn als eine Mittelstufe oder als ein Verbindungsglied zwischen diesen verschiedenen Feldspathen betrachten kann, aus welchem je nach den einwirkenden Umwandlungspotenzen einerseits Orthoklas und Albit und andererseits Labrador und auch Anorthit entstehen kann. Der normalentwickelte Oligoklas besteht aus 62,8 Kieselsäure, 23,1 Thonerde, 7—9 Natron und 5—7 Kali; es gibt aber auch Oligoklase, welche außer Natron und Kali noch 3—5 pCt. Kalkerde, ja auch bisweilen noch bis 2,5 Magnesia enthalten. Man kann hiernach von dem Oligoklase zwei Nebenarten unterscheiden, nemlich

1) den kalklosen Oligoklas, welcher reicher an Kieselsäure, Kali und Natron ist, und

2) den Kalkoligoklas, welcher ärmer an Kieselsäure und Kali, dagegen reicher an Kalkerde ist.

In diesem eigenthümlichen Verhalten des Oligoklas liegt der Grund, warum derselbe in dem Gemenge einer Felsart einerseits zugleich mit einer anderen Feldspathart, so namentlich mit dem Orthoklas oder dem Labrador, und andererseits mit denjenigen Mineralarten vorkommt, welche

sonst gewöhnlich nur mit dem Orthoklas oder Labrador gemengt erscheinen.

Aber eben in dieser sich nicht immer gleichbleibenden Zusammensetzung ist auch die Ursache zu suchen, warum der Oligoklas

1) durch Salzsäure bald leichter, bald schwerer zu zersetzen ist; das erste ist der Fall bei dem kalkreichen, das letzte bei dem kalkarmen;

2) durch die Verwitterungspotenzen, namentlich durch Kohlensäure haltiges Wasser, bald schneller, bald langsamer angegriffen wird und sich dann bald mit einer weißlichen, durch Säuren aufbrausenden, kalkhaltigen, bald mit einer weißlichen, nicht aufbrausenden Thonverwitterungsrinde überzieht.

Im Allgemeinen gilt in Beziehung auf seine Verbindungen folgendes:

a. der kalkfreie Oligoklas zeigt sich im Verbande mit Quarz, schwarzem Glimmer oder Magnesiahornblende

b. der kalkreiche Oligoklas kommt nicht in der Gesellschaft des Quarzes, sondern

1) der Kalkmagnesiahornblende und des Magnesiaglimmers;
2) des Augites, Hypersthens und Diallages

vor. —

Mit Bezug auf alle diese Angaben ist nun über das Auftreten des Oligoklas in Felsarten Folgendes zu bemerken:

1) Der Oligoklas ist unter allen Feldspathen der verbreiteste.

2) Er tritt auch als Gemengtheil in solchen Felsarten auf, welche sonst nur Orthoklas oder Labrador enthalten. In dieser Weise findet man ihn häufig

neben Orthoklas: im Granit, Gneiß, Syenit und Felsitporphyr;

neben Labrador: im Diabas, Gabbro, Hypersthenfels und Melaphyr.

3) Aber er bildet auch für sich allein im Gemenge:
mit Hornblende: den Diorit;
mit Augit: den Diabas;
mit Hypersthen: den Hypersthenfels.

Als eine Abart des Oligoklas ist zu betrachten der aus 60 Kieselsäure, 24 Thonerde, 6,5 Natron und 6—5 Kalkerde bestehende weißliche Andesin, welcher namentlich in den vulcanischen Gesteinen der Anden in Südamerika einen Hauptgemengtheil bildet und wahrscheinlich ein umgewandelter Oligoklas ist.

3) Der Labrador, ein unrein weißer oder grauer, auf frischen Spaltflächen oft ein schönes Farbenspiel zeigender, Feldspath, welcher selten in Krystallen, und dann gewöhnlich in rechteckigen Täfelchen, sondern gewöhnlich in Körnern oder derben Massen mit faserigem oder dichtem Gefüge auftritt. Sein spec. Gewicht ist gleich 2,68—2,74. — In ihm tritt das Kali und die Kieselsäure noch mehr zurück als im Oligoklas, während die Kalkerde mächtiger wird; denn im reinen Labrador sind 53,56 Kieselsäure, 29,77 Thonerde, 12,17 Kalkerde und 4,50 Natron, aber kaum noch 0,5—3 pCt. Kali vorhanden, wozu bei beginnender Zersetzung auch noch etwas (0,5—3 %) Wasser tritt. Bemerkenswerth erscheint das Verhalten des Labradors gegen Säuren. Ist er ganz wasserfrei, dann wird er durch Salzsäure nur wenig und erst nach langem Kochen angegriffen, enthält er aber schon Wasser, dann wird er von dieser Säure vollständig und unter Abscheidung von Kieselpulver zersetzt; und hat er neben dem Wasser auch schon Kohlensäure angesogen, dann wird er durch die Salzsäure unter Aufschäumen und unter Abscheidung von Kieselschleim vollständig zersetzt. Concentrirte Schwefelsäure dagegen zersetzt selbst den ganz frischen Labrador bei längerem

Kochen unter Abscheidung vom schleimigen Kieselpulver vollständig. Als feines Pulver wird er aber auch durch Kohlensäure haltiges Wasser oder durch Lösungen von huminsauren Alkalien, sowie sie in der Natur durch Auslaugung von verwesenden Pflanzensubstanzen entstehen, allmählich in der Weise zersetzt, daß aus ihm alle Kalkerde als doppelkohlensaurer Kalk und alles kieselsaure Natron ausgelaugt wird, so daß von seiner Masse nur noch ein schlammiger, gewöhnlich mit kohlensaurem Kalk untermischter Thonrückstand übrig bleibt.

Vorkommen und Felsartenbildung des Labradors. Wie die oben betrachteten kieselsäurereichen und kalkarmen Feldspathe durch ihr gewöhnliches Auftreten in der Gesellschaft von krystallinischer Kieselsäure (d. i. Quarz), Glimmer, Turmalin oder auch Flußspath ausgezeichnet sind, so ist der Labrador dadurch ausgezeichnet, daß in denjenigen Felsarten, in deren Zusammensetzung er eine Hauptrolle spielt, die eben genannten Feldspathgesellschafter, namentlich der Quarz, ganz fehlen und an ihrer Stelle die basaltische oder Kalkhornblende, der Augit, Hypersthen und Diallag, sowie die Grünerde und das Magneteisenerz herrschend werden. Außerdem bilden die Labrador haltigen Felsarten die Hauptheimath der Zeolitharten, sowie auch derjenigen Mineralien, welche aus wasserhaltiger unkrystallinischer Kieselsäure bestehen, wie dieses namentlich der Fall bei den Arten des Opales ist. — Unter den von ihm gebildeten Felsarten nun sind namentlich zu bemerken:

1) der aus Labrador (oder auch Kalkoligoklas) und Kalkhornblende bestehende Melaphyr;

2) der aus Labrador (oder auch Kalkoligoklas) und Hypersthen bestehende Hypersthenfels;

3) der neben Labrador auch Diallaghaltige Gabbro;

4) der aus Labrador (oder Kalkoligoklas), Augit und Grünerde bestehende Diabas oder Augitgrünstein;

5) der aus Labrador (oder auch Nephelin), Augit und Magneteisenerz zusammengesetzte Dolerit und Basalt.

Die aus allen diesen Felsarten entstehenden Bodenarten enthalten in Folge ihres Labradorgehaltes kalkhaltigen Thon oder Mergel und spenden außer doppelkohlensaurem Kalk der Pflanzenwelt auch lösliche Kieselsäure und doppelkohlensaures Natron; sie gehören demnach zu den fruchtbarsten Bodenarten, namentlich wenn ihre dunkelgefärbte und darum leicht erhitzbare Oberfläche nicht zu sehr den Sonnenstrahlen preisgegeben ist.

c) Die Verwitterung oder Thonbildung der Feldspathe. Alle Feldspathe werden im Verlaufe der Zeit durch Kohlensäure haltiges Wasser ihrer Alkalien (d. i. ihres Kalis und Natrons), ihrer alkalischen Erden (d. i. ihrer Kalkerde), ihres etwa vorhandenen Eisenoxydules und auch eines Theiles ihrer Kieselsäure in der Weise beraubt, daß zuletzt von ihrem ganzen chemischen Bestande nur entweder reine, mit Wasser verbundene kieselsaure Thonerde oder ein Gemisch von dieser, mit mehlartiger Kieselsäure oder auch mit kohlensaurem Kalk, also eine unkrystallinische, erdig-krümliche Masse übrig bleibt, welche im reinen Zustande Kaolin oder Thon, im sandhaltigen Letten oder Lehm und im kalkhaltigen Mergel genannt wird.

In der Natur beginnt diese Zersetzung und Umwandlung der Feldspathe in thonige Substanzen erst dann, wenn durch den sich oft wiederholenden Temperaturwechsel die Masse dieser Silicate rissig und gelockert worden ist, so daß das von Außen her auf sie eindringende, und mit Sauerstoff und Kohlensäure versehene Atmosphärenwasser in ihre Masse eindringen und die kleinsten Theile derselben anfeuchten kann. Sowie dieses

geschieht, dann beginnt der Zersetzungsproceß in folgender Weise:

a. Der in die Feldspathmasse eindringende Sauerstoff greift das etwa in derselben vorhandene Eisenoxydul an und wandelt es in gelbliches oder rothes Eisenoxyd um, wodurch diese Masse nicht nur noch mehr gelockert, sondern auch gelblich, röthlich oder braunroth gefärbt wird.

b. Während in dieser Weise der Sauerstoff nur den Eisengehalt der Feldspathe angreift, außerdem aber nicht weiter auf die übrigen Bestandtheile derselben einwirkt, beginnt zugleich die Kohlensäure ihr Zerstörungswerk. Für die Art und Stärke ihrer Thätigkeit indessen ist es von großem Einflusse, ob die von ihr angegriffene Feldspathmasse zunächst kieselsäurereich und kalkleer oder kieselsäurearm und kalkhaltig ist, ob sie ferner nur Kali oder nur Natron oder beide Alkalien zugleich enthält. Im Allgemeinen gilt hier die Erfahrung: Je reicher an Kalkerde und je ärmer an Kali ein Feldspath ist, um so leichter kann ihn die Kohlensäure zersetzen. Nach diesem Erfahrungssatze nun zieht das Kohlensäure haltige Wasser stets zunächst Schritt für Schritt, soweit es in die Masse des Feldspathes eindringen kann, alle Kalkerde aus der letzteren und laugt sie als doppelkohlensauren Kalk aus ihrer Verbindung mit der Kieselsäure, während es diese letztere selbst an die nun noch in der Feldspathmasse vorhandenen Alkalien abgibt, so daß diese zu sauren kieselsauren Alkalien werden. Hat nun in dieser Weise das Kohlensäure-Wasser die letzte Spur von Kalkerde aus der Feldspathmasse vertrieben, dann erst greift es die in derselben vorhandenen kieselsauren Alkalien an. Nur wenn vom Anfange an kein Kalk in dem Feldspathe vorhanden war, ätzt es diese gleich beim Beginne der Zersetzung an. Diese aber, welche reich an Kieselsäure sind und dieselbe auch sehr fest

halten, löst und laugt es nach und nach unzersetzt als kieselsaure Salze aus, so daß man zuletzt von der ganzen Feldspathmasse nur noch wasserhaltige kieselsaure Thonerde übrig bleibt, welche, wenn sie frei von Eisenoxyd und ganz rein von Alkalien ist, Kaolin oder Porzelanerde genannt wird, dagegen im eisenoxydhaltigen Zustande ockergelb bis braunroth gefärbt erscheint und so den gemeinen Thon bildet.

So ist der Zersetzungsproceß aller Feldspathe. An ihrer Außenfläche beginnend bringt er zunächst die dünne, bald weiß bald ockergelb gefärbte, bald kalkhaltige bald kalkleere thonige Verwitterungsrinde hervor, welche für alle Feldspathe charakteristisch ist. Regenwasser wäscht diese hautdicke Rinde ab, aber kaum ist sie verschwunden, so erzeugt sich an der blosgelegten Feldspathoberfläche wieder eine neue. Und indem der Regen immer und immer wieder die frischgebildete Verwitterungsrinde abspült und sich dann immer und immer wieder unter dem Einflusse der Atmosphärilien eine neue erdige Rinde erzeugt, werden die Feldspathe von Außen nach Innen allmählich bis zur letzten Spur ihrer Masse in Thonsubstanz umgewandelt. Alle die aus ihrer Masse durch das Kohlensäure haltige Wasser aufgelösten kohlen- und kieselsauren Salze des Kali's, Natrons und der Kalkerde aber führt es auf seinen unterirdischen Rieselpfaden theils den Pflanzenwurzeln als willkommene Nahrung theils anderen Mineralien als neue Bestandtheile zur Umwandlung ihrer Bestandesmasse, theils auch den aus der Erde hervorsprudelnden Quellen zu.

d) Wichtigkeit der Feldspathe als Erdrindebildungsmittel und Nahrungsmagazin für die Pflanzenwelt. — Wenn gleich die Feldspathe nicht, wie der kohlensaure Kalk und Quarz, für sich allein Felsmassen zusammensetzen, so haben sie doch für den Naturhaushalt eine weit höhere Bedeutung als diese beiden Mineralarten; denn

1) gibt es unter den gemengten krystallinischen Felsarten nur sehr wenige, welche nicht eine der vorbeschriebenen Feldspathe zum wesentlichen Gemengtheil hätten;

2) entstehen nur aus der Umwandlung der Feldspathe alle die Mineralien, welche wir nächstdem näher kennen lernen wollen, nemlich die Zeolith-Arten und gar manchmal auch die Glimmer;

3) erhalten alle Erdbodenarten, welche Thonsubstanz unter ihren Gemengtheilen besitzen, ihren Thongehalt nur aus der Zersetzung der Feldspathe;

4) haben alle Schieferthone, Mergelsteine, Sandsteine und Conglomerate, welche Thon oder Mergel zum Bindemittel haben, diesen nur aus der Zersetzung von Feldspathgesteinen erhalten;

5) sind die Feldspathe die Haupterzeugungsmittel all der Kali-, Natron- und Kalksalze, welche die Pflanzenwelt zu ihrer Ernährung braucht.

§. 29. Die zeolithischen Silicate. — An die Feldspathe schließt sich eine Reihe von kieselsauren Mineralien an, welche sich sowohl in Farbe und Glanz wie auch in ihrer chemischen Zusammensetzung den kieselsäurearmen Feldspathen nähern, sich auch wie diese durch Salzsäure unter Abscheidung von gallertähnlicher oder pulveriger Kieselsäure zersetzen und in manchen Fällen sogar die Stelle dieser bei der Zusammensetzung von Felsarten vertreten; denn in gar manchen Basalten, Doleriten und Phonolithen findet man statt des Kalkoligoklases, Labradors oder auch Anorthites Leuzit, Nephelin oder auch Natrolith, also lauter zeolithische Mineralien. Ueberhaupt ist es bemerkenswerth, daß diese letztgenannten Mineralien vorherrschend ihren Wohnsitz in den jüngeren vulcanischen Gesteinen, so namentlich in den basaltischen und trachytischen Felsarten haben und in diesen nicht blos als Gemengtheile mit deren Masse fest verwachsen sind,

sondern auch die in dieser letzteren vorkommenden Blasenräume, Lücken und Spalten gruppen- und drusenweise bewohnen.

Je nach ihrem Wassergehalte und ihrer Härte zerfallen sie in folgende zwei Gruppen:

1. Gruppe: Leucitoide: Vorherrschend weiße oder graue wasserlose Verbindungen der kieselsauren Thonerde mit kieselsaurem Kali oder Natron oder mit beiden zugleich, aber ohne oder nur mit sehr geringen Mengen von Kalkerde; demgemäß dem Orthoklas, Albit oder Oligoklas ähnlich, aber kieselsäureärmer. In einer Glasröhre erhitzt schwitzen sie kein Wasser aus, so lange sie ganz frisch sind; bei ihrer Verwitterung dagegen enthalten sie mehr oder weniger Wasser. In ihrer Härte stehen sie den Feldspathen sehr nahe; denn sie lassen sich wie diese zwar vom Feuerstein, aber nicht vom Messer ritzen. — Bemerkenswerth ist noch, daß sie sich in Arten der zweiten Feldspathgruppe umwandeln können. — Zu ihnen gehören unter anderen

1) der Leucit (von dem griechischen Worte „leukos“ weiß), ein weißes, in Körnern und zwölf- oder vier und zwanzigflächigen, weißen Granaten sehr ähnlichen, Krystallen auftretendes Mineral, welches in seiner Zusammensetzung dem Orthoklas sehr nahe steht, aber ein geringeres specifisches Gewicht (= 2,45 — 2,50) hat und sich in Salzsäure unter Abscheidung von Kieselpulver zersetzt. Er bildet mit Augit untermengt einen Hauptgemengtheil des Leucitophyrs, des Leucittuffs und der Leucitlava — lauter schwarz und weißgefleckter Vulcanengesteine Italiens, kommt aber auch oft in den vulcanischen Tuffen in der Umgebung des Laacher See's am Rhein vor.

2) der Nephelin (vom griechischen „nephelä“ Wolke oder Nebel, weil seine Krystalle durch Säuren trüb und nebelig werden), ein weißes oder grünlichgraues, in sechs-

seitigen Säulen, Körnern und körnigen Massen auftretendes Mineral, welches ein specifisches Gewicht = 2,58—2,64 hat, in seiner Zusammensetzung sich dem Oligoklase nähert, aber ärmer an Kieselsäure und reicher an Thonerde und Natron ist und durch Salzsäure unter Abscheidung von Kieselgallerte zersetzt wird. Es bildet häufig statt des Labradors einen Gemengtheil des Dolerites, Basaltes und Phonolithes und wandelt sich bei seiner Zersetzung in Natrolith und andere Zeolithe um.

2. Gruppe: Zeolithe (von den griechischen Worten: „zeo“ kochen und „lithos“ Stein, weil die hierher gehörigen Steine beim Erhitzen vor dem Löthrohre sich hin und her winden oder schäumen, als wenn sie kochten), farblose, weiße oder weißgraue, bisweilen auch durch beigemengtes Eisenoxyd gelb oder rothbraun gefärbte, bald in Würfeln, Pyramiden oder Säulen, bald aber auch in strahligfaserigen kugelförmigen Massen vorkommende, Mineralien, welche als wasserhaltige Verbindungen von kieselsaurer Thonerde mit kieselsaurer Kalkerde (oder auch bisweilen von Kali und Natron) oder mit allen zugleich zu betrachten sind und in ihrer qualitativen Zusammensetzung dem Kalkoligoklas, Labrador oder Anorthit oder auch dem Nephelin und Leucit nahe stehen, aber sich von allen diesen Silicaten durch ihr geringes spec. Gewicht (=2,01—2,39), durch ihre geringere Härte, durch die Eigenschaft, beim Erhitzen in einer Glasröhre Wasser auszuschwitzen, sich in concentrirter Salzsäure rasch und vollständig unter Abscheidung von gallert- oder schleimähnlicher Kieselsäure aufzulösen und beim Erhitzen vor dem Löthrohre auf Kohle schnell und unter Aufschäumen oder Hin- und Herwinden zu einem weißen Email zu schmelzen, auszeichnen. — Unter den zahlreichen Arten, in welche man die Zeolithe eingetheilt hat, kommen am häufigsten vor:

1) Der Faser- oder Mehlzeolith (auch Skolezit oder Kalkmesotyp genannt. Dieser vorherrschend in dünnen quadratischen Säulen oder zarten, sehr häufig strahlig mit einander verwachsenen, Nadeln auftretende Zeolith ist gewöhnlich weiß und im frischen Zustande glas- oder seidenglänzend, im angewitterten Zustande aber mehligmatt. Beim Erhitzen krümmt er sich wurmförmig hin und her. Mit Salzsäure bildet er Kieselgallerte; in Oxalsäure aber löst er sich unter Ausscheidung von oxalsaurem Kalk. Im reinen Zustande besteht er aus 46,50 Kieselsäure, 25,83 Thonerde, 14,08 Kalkerde und 13,59 Wasser. — Unter allen Zeolithen kommt er am häufigsten vor, namentlich in den Basalten, in deren Blasenräumen er strahlfaserige Kugeln oft von mehreren Zollen im Durchmesser zusammensetzt. Bei seiner Verwitterung bildet er theils mehlartige Knollen, theils eine sich wie Mark oder Seife anfühlende, thonige Substanz, welche man Seifenthon oder Steinmark genannt hat.

2) Der Nadelzeolith oder Natrolith: Ein ebenfalls häufiger Bewohner der Spalten und Blasenräume von Phonolithen und basaltischen Gesteinen. Er bildet gewöhnlich stern-, büschel- oder kugelförmige, strahligfaserige Aggregate von weißer oder gelber oder auch gelb und weiß quergestreifter Färbung, löst sich in Salzsäure wie der Faserzeolith, aber auch in Oxalsäure ohne Abscheidung von Kalk, und besteht aus 47,91 Kieselsäure, 26,63 Thonerde, 16,08 Natron und 9,38 Wasser.

3) Der Chabasit, ebenfalls ein häufiger Bewohner der basaltischen Gesteine, deren Klüfte und Blasenräume er oft mit den schönsten Drusen von farblosen oder weißen, glasglänzenden, erbsen- bis haselnußgroßen, würfelähnlichen Rhomboëderkrystallen überzieht. Er besteht aus 48 Kieselsäure, 20 Thonerde, 10,96 Kalkerde, 21,04 Wasser und enthält oft auch mehrere Procente Natron. Soviel die Erfahrung lehrt

entsteht er hauptsächlich aus der Umwandlung der kalkhaltigen Feldspathe, namentlich des Labradors, und zersetzt sich selbst bei seiner Verwitterung in eine Art Mergel.

Soviel über die häufigsten Arten der Zeolithe. Es sind interessante Minerale, welche zwar für die Fels- und Bodenbildung insofern nur von untergeordnetem Interesse sind, als sie einerseits gewöhnlich nicht als wesentliche Gemengtheile einer Felsart auftreten und andererseits für sich allein — wenigstens scheinbar — auch keinen Erdboden bilden. Trotzdem aber sind sie nicht zu übersehen, da sie bei ihrer leichten Zersetzbarkeit viel löslichen kohlensauren Kalk und kohlensaures Natron, beides ein Paar vortrefflicher Pflanzennahrungsmittel, liefern und außerdem eben durch diese beiden kohlensauren Salze auch umwandelnd auf die Masse der sie umschließenden Gesteine einwirken.

b. Magnesia-Silicate.

§. 30. Die Hornblenden oder Amphibolite. — a) Allgemeine Beschreibung. — Während die Feldspathe und Zeolithe sich durch ihre vorherrschend helle — weiße, gelbliche, röthliche bis braune — oder höchstens aschgraue, aber wohl nie schwarze Färbung bemerklich machen, sind die hornblendeartigen Minerale gerade durch ihre dunkele schwarze, dunkelgrüne oder schwarzbraune, selten hellgraue, Farbe, durch ihren starken, nicht selten metallähnlichen, Glasglanz und durch ihr häufiges Auftreten in langen, bald strahlig, bald parallel verwachsenen, Stangen, Nadeln und Fasern charakterisirt. Durch alle diese Eigenthümlichkeiten sind nun wohl diese Mineralien von den so häufig mit ihnen verbundenen Feldspathen, aber nicht von gewissen anderen Silicaten, so namentlich von Turmalin, manchen Beryllen, Zinkblende und Zinnerz, unterschieden, woher auch ihre Namen: Hornblenden (d. h. hornzähe

Mineralien, welche in ihrem Ansehen täuschen) oder Amphibolite (d. i. zweideutige, mit anderen Mineralien verwechselbare, Steine) rühren. Indessen sind sie auch von diesen, ihnen äußerlich ähnlichen, Mineralien, vor allen von dem Turmaline und den ihnen ähnlichen Glimmerarten, leicht zu unterscheiden durch ihre Härte, der zu Folge sie vom Feuerstein und Fensterglase, aber nicht vom Messer geritzt werden, während der Turmalin Feuerstein und Glas ritzt und Glimmer stets vom Messer, ja meist sogar schon vom Fingernagel geritzt wird. Doch gehen wir nun zur näheren Betrachtung der Hornblenden selbst über.

Im Allgemeinen sind die hornblendenartigen Mineralien kieselsaure Salze, in denen Magnesia, Kalkerde, Eisen- und Manganoxydul die vorherrschenden Bestandtheile sind, während die Thonerde, welche nebst Kali und Natron bei den Feldspathen die Hauptrolle spielt, in ihrem chemischen Bestande ganz fehlt oder doch nur eine untergeordnete Rolle spielt und oft sogar theilweise oder auch ganz durch Eisenoxyd vertreten wird.

Ihre Krystalle bilden vorherrschend kurze oder auch lange sechs- oder achtseitige Säulen, welche an ihrem oberen und unteren Ende entweder durch zwei ungleiche, dachförmig gegen einander geneigte, oder auch durch drei oder vier in eine Spitze verbundene Flächen zugeschärft oder zugespitzt erscheinen, woher es auch kommt, daß dieselben, — ähnlich den Feldspathkrystallen — in ihrem Längendurchschnitte eine sechseckige (s. Fig. 14) und in ihrem Querdurchschnitte entweder eine ziemlich gleichseitige sechseckige oder eine breitgedrückte achtseitige, bisweilen aber auch eine fast vierseitige Fläche zeigen. An, Hornblende- oder Augitkrystalle haltigen, Porphyren (z. B. am Diabas- oder Augitporphyr und am Dioritporphyr) kann man dieses Alles sehr gut beobachten.

Außer in ausgebildeten Krystallen kommen aber die Amphibolite auch, wie oben schon angedeutet, in langen Stangen, Nadeln und Fasern vor, welche oft so zart und fein wie Seidenfäden sind und dann bei paralleler Verwachsung oder verworrener Verfilzung einem Strange oder Bündel von Seide wirklich nicht unähnlich sehen, wie man am Asbest, Amianth und Bergflachse bemerken kann. Endlich bilden die Amphibolite auch derbe, krystallinisch-körnige Massen. — In ihrem Zusammenhalte zeigen sie sich alle sehr zähe, woher es auch kommt, daß diejenigen Felsarten, in denen sie die vorherrschenden Gemengtheile sind, zumal bei feinkörnigem oder dichtem Gefüge sich sehr schwer zersprengen lassen, z. B. Basalt und Grünstein; dagegen sind ihre Krystalle in der Richtung ihrer Säulenflächen sehr vollkommen spaltbar und zeigen dann auf den frischen Spaltflächen einen starken, oft perlmutterartig oder auch metallisch schimmernden, Glasglanz. In der Härte stehen sie unter dem Feldspath, aber über dem Kalkspath; ihr spec. Gewicht steht zwischen 2,8 und 3,6. — Durch Säuren lassen sie sich nur wenig oder auch gar nicht angreifen; dagegen werden sie durch Kohlen- oder Quellsäure haltiges Wasser allmählich und um so eher zersetzt, je reicher an Kalkerde, Eisen- und Manganoxydul sie sind. Geschieht nun diese Zersetzung unter Luftzutritt, so wird durch Anziehung von Sauerstoff das aus ihrem Gehalte durch das kohlensaure Wasser gebildete kohlensaure Eisen- und Manganoxydul, sowie es bei seiner Auslaugung an die Gesteinsoberfläche tritt, sehr rasch in unlösliches, zuerst unrein blau- und gelbgrünes, dann ockergelbes Eisenoxydhydrat, das kohlensaure Manganoxydul aber in zuerst violettes, dann kaffeebraunes Manganoxydhydrat umgewandelt. Indem aber diese beiden Oxyde zu gleicher Zeit an der Oberfläche der amphibolischen Gesteine erscheinen, so erzeugen sie eine schmutzig aussehende; zuerst violett und grünlich schillernde,

dann aber lederbraune oder auch braunrothe Verwitterungsrinde. Da jedoch bei dieser Zersetzung auch zu gleicher Zeit durch das Kohlensäure haltige Wasser die in den Amphiboliten enthaltene Kalkerde mit ausgelaugt wird, so erscheint die eben erwähnte Verwitterungsrinde entweder mit kohlensaurem Kalk untermischt oder von einer weißen Kalkunterlage begleitet. — Geht indessen die Zersetzung der Amphibolite unter Luftabschluß vor sich, wie es z. B. der Fall ist in den tiefer gelegenen Klüften, Ritzen und Blasenräumen dieser Gesteine, dann löst das Kohlensäure haltige Wasser, welches in diese Räume dringt, das kieselsaure Eisenoxyd und Eisenoxydul unzersetzt in sich auf und setzt es allmählich an den Wänden der Höhlungen in Untermischung mit etwas Thon und Magnesia als eine blau- oder graugrüne erdige Masse wieder ab, welche man Grünerde genannt hat. — Diese Grünerde ist stets das Hauptzersetzungsproduct aller der bei Luftabschluß zerstörten Amphibolite. Wenn dagegen die Zersetzung dieser Mineralien unter stetem Luftzutritte vollendet wird, dann erscheint als das letzte Product dieser Zersetzung eine lederbraune oder unrein grünlich braunrothe Erde, welche als ein Gemisch von kieselsaurem Eisenoxyd, kieselsaurer Magnesia und, wenn die sich zersetzenden Amphibolite auch Thonerde enthielten, kieselsaurem Thonerdehydrat zu betrachten und unter den Namen: Walkerde, Walkerthon oder Bol bekannt ist.

Als Felsbildungsmittel spielen die Amphibolite eine große Rolle, indem mehrere Arten von ihnen nicht nur für sich allein schon Felsarten zusammensetzen, so die Hornblende und der Augit, sondern auch als wesentliche Gemengtheile nicht nur von älteren, sondern auch von jüngeren und jüngsten vulkanischen Gebirgsarten auftreten, dabei durch ihre Umwandlung Veranlassung zur Bildung von anderen Gestei-

nen, so von Chlorit, Talk und Serpentin geben und endlich auch einen häufigen Bestandtheil der verschiedenartigen Sandanhäufungen bilden.

Bei ihren Felsartenbildungen zeigen sie sich im Allgemeinen vorzüglich im Verbande mit Feldspatharten und zwar in der Weise, daß

a. die magnesiareicheren und thonerdehaltigen Amphibolite vorherrschend mit kieselsäurereichen und kalkarmen Feldspathen z. B. mit Oligoklas	b. die magnesiaärmeren und kalkerdereichen Amphibolite vorherrschend mit kieselsäureärmeren und kalkreicheren Feldspathen z. B. mit Labrador

verbunden erscheinen.

Außerdem aber machen sich in den von ihnen gebildeten Felsarten häufig noch bemerklich bei den:

a. magnesiareicheren Amphiboliten als Beimengungen: Magnesia- und Eisenglimmer, Chlorit, Granate, Titaneisen,	b. kalkreicheren Amphiboliten als Beimengungen: Grünerde, Kalkspath, Magneteisenerz.

Dagegen ist Quarz im Allgemeinen eine seltnere Erscheinung; ja in den Gesteinen mit kalkreichen Amphiboliten scheint er sogar stets zu fehlen.

b) Besondere Beschreibung der Amphibolit-Arten. —

1) Die Hornblende (oder Amphibol). — Sie tritt theils in Krystallen, theils in körnigen Massen auf. Ihre Krystalle erscheinen in ihrer einfachsten Form als vierseitige

Rhombensäulen, welche oben und unten durch ein Paar dreiseitiger Flächen dachförmig zugeschärft sind (Fig. 14). Durch schmale Abstufung ihrer beiden stumpfen Säulen- und Dachkanten wird die ebenbeschriebene vierseitige Säule sechsseitig, während ihre obere und untere Dachschärfe eine schmale rechteckige Fläche erhält (Fig. 15). Außer dieser Krystallform kommt aber die Hornblende auch in kurzen sechsseitigen Säulen vor, welche oben und unten eine aus drei Rhombenflächen bestehende Zuspitzung hat (Fig. 16). Die erste dieser beiden Krystall-

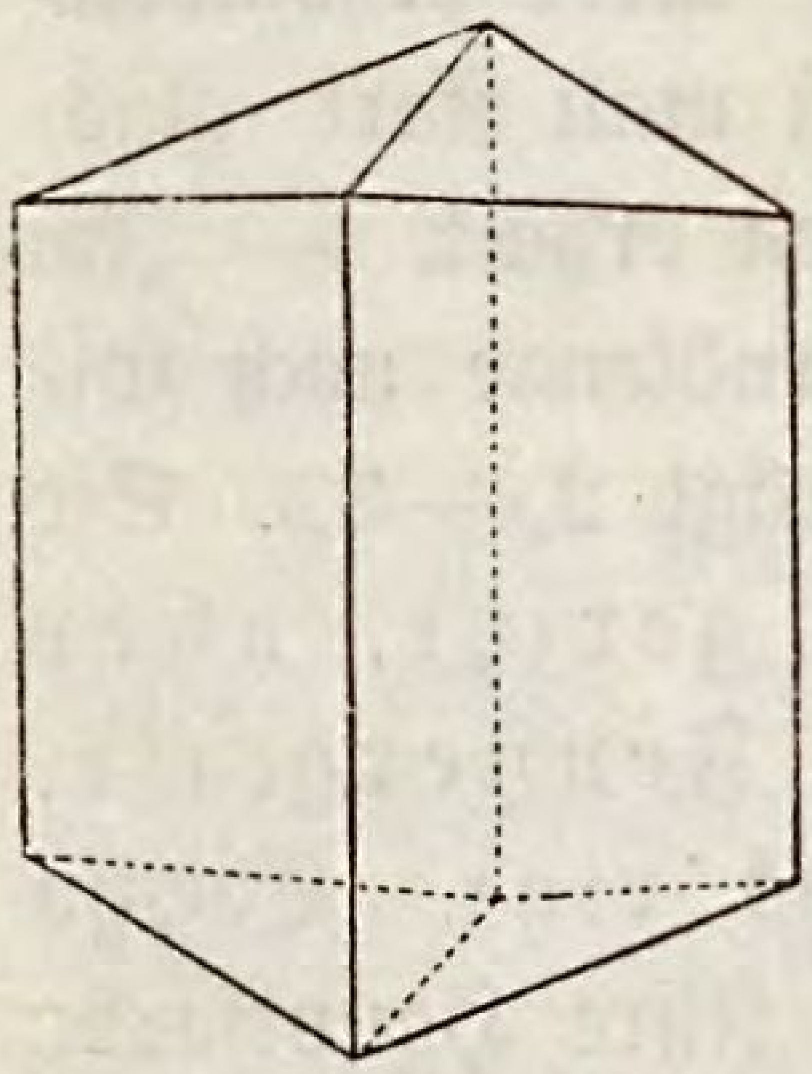


Fig. 14.

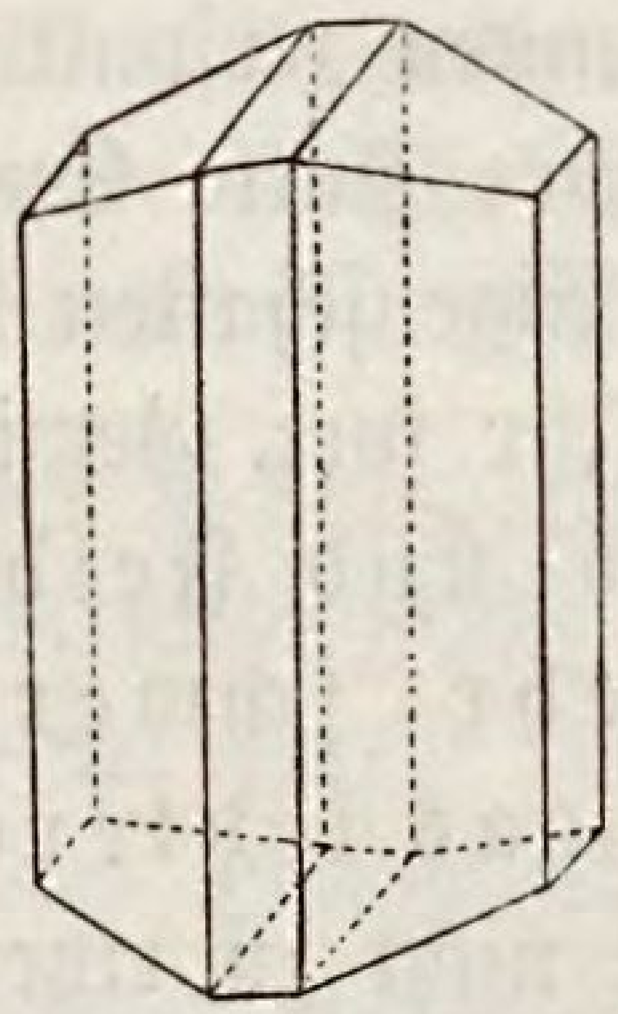


Fig. 15.

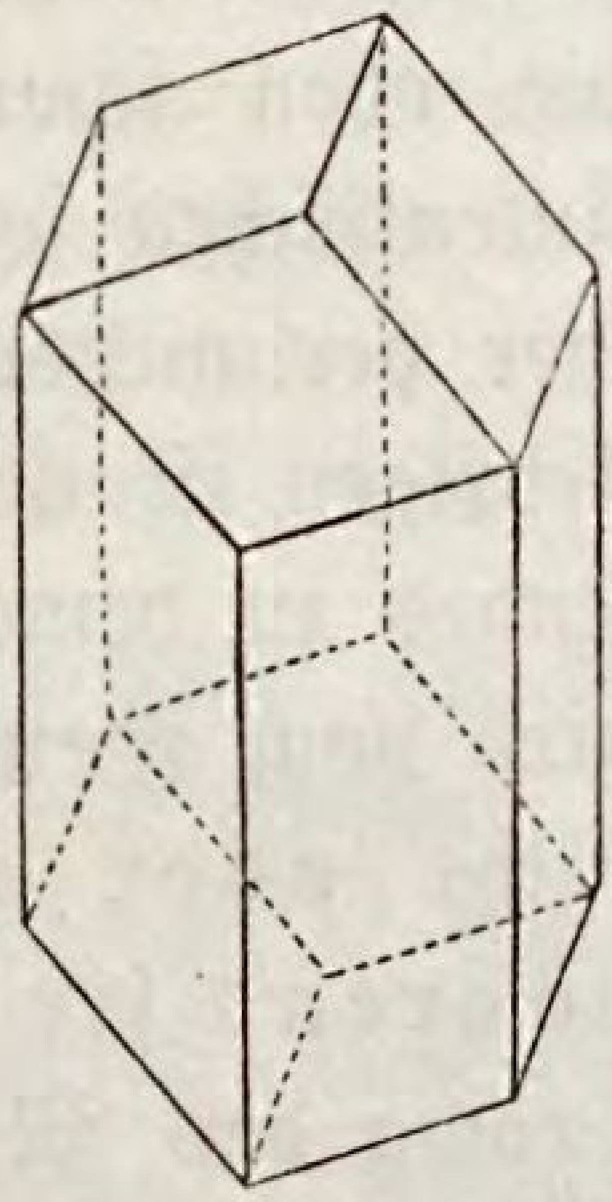


Fig. 16.

gestalten kommt hauptsächlich bei der gemeinen, die zweite dagegen vorherrschend bei der basaltischen Hornblende vor. Man könnte sie leicht mit den Krystallen des, überhaupt der Hornblende sehr ähnlichen, Augites verwechseln, wenn man nicht folgende Unterscheidungsmerkmale festhält. Die Krystalle

1) der Hornblende	2) des Augites
sind oben und unten entweder durch zwei Dreieckflächen zugeschärft oder durch drei Rhombenflächen zugespitzt;	sind oben und unten vorherrschend durch zwei fünfeckige Dachflächen zugeschärft;
sind mehr cilindrisch;	sind mehr breitgedrückt, so daß sie Feldspathkrystallen ähnlich erscheinen;

lassen sich in der Richtung der Rhombensäulenflächen sehr vollkommen spalten.	lassen sich in der Richtung der Rhombensäulenflächen nicht vollkommen spalten.

Nicht selten erscheinen die Krystalle so in die Länge gezogen, daß sie Stengel, Nadeln oder auch haarfeine Fasern bilden, welche dann strahlig oder auch — wie beim Asbest und Amianth — parallel und filzig mit einander verwachsen sind. Der *Zusammenhalt* der Hornblendemasse an sich ist zähe und schwer zersprengbar; die Krystalle indessen sind, wie oben schon bemerkt, in der Richtung ihrer Rhombensäulenflächen so vollkommen zerspaltbar, daß man stark glas- oder perlmutterglänzende, glatte Spaltflächen erhält. — Im Uebrigen ist über die Eigenschaften der Hornblende noch folgendes zu bemerken: Ihr spec. Gewicht beträgt 2,8—3,3. Sie wird vom *Feuerstein und Feldspath geritzt, aber nicht oder nur sehr schwer vom Fensterglase, während sie selbst das letztere leicht ritzt.* Ebenso vermag das Messer sie nicht zu ritzen. — Ihre Hauptfarbe ist *schwarz oder dunkelgrün*; dagegen zeigt sie beim Ritzen oder als Pulver eine grünlich-graue (so die *gemeine Hornblende*) oder bräunliche (so die *basaltische Hornblende*) Färbung. Ihr Glanz endlich ist glasig, auf den Spaltflächen sogar spiegelnd stark.

Was endlich den *chemischen Gehalt* der Hornblende betrifft, so ist sie in ihrem normalen Zustande als eine *Verbindung von kieselsaurer Magnesia mit kieselsaurem Eisenoxydul* zu betrachten, wozu aber noch in den meisten Fällen *Thonerde, Kali* und *Natron* oder auch *Kalkerde* nebst etwas *Fluor* tritt. Indessen weicht bei den einzelnen Arten die Menge der einzelnen Bestandtheile so ab, daß man eben in Beziehung auf diese Abweichung zwei, durch ihre Krystallform und ihr Vorkommen unterschiedene, Hornblende-Arten aufgestellt hat, nemlich:

1) die gemeine Hornblende:

In ihr beträgt:

die Kieselsäure 42—50 pCt.
die Magnesia 13—24 pCt.
die Kalkerde 3—9 pCt.
die Thonerde 8—12 pCt.

In ihr ist also der Gehalt an Kieselsäure und Magnesia größer als bei Nr. 2.

Sie ist daher eigentliche Magnesiahornblende.

2) die basaltische Hornblende:

In ihr beträgt:

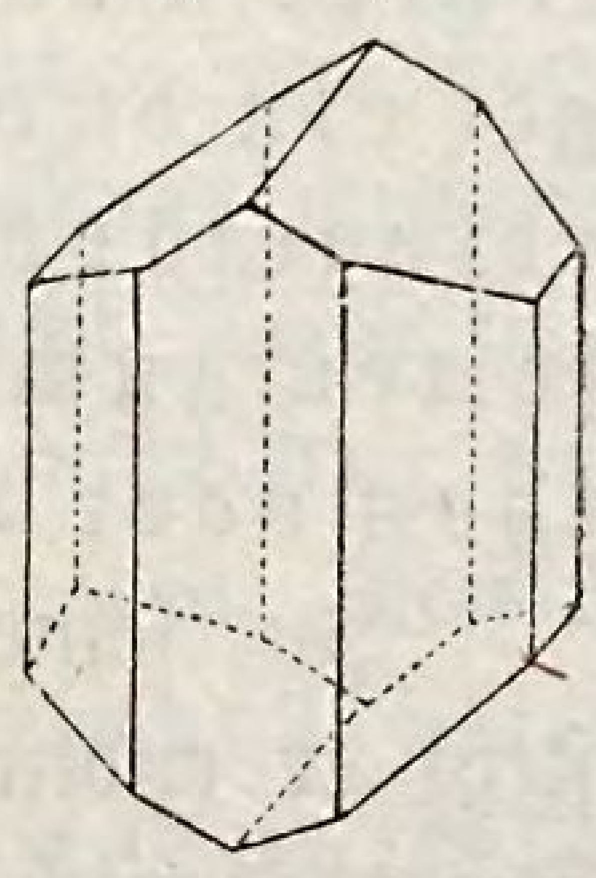
die Kieselsäure 40- 47 pCt.
die Magnesia 11—14 pCt.
die Kalkerde 10—13 pCt.
die Thonerde 12—26 pCt.

In ihr ist demnach der Gehalt an Magnesia kleiner und an Kalkerde und Thonerde größer als bei Nr. 1.

Sie ist daher Kalkhornblende.

2) Der Augit (oder Pyroxen) ist, wie schon bei der Beschreibung der Hornblendekrystalle angegeben worden, in seinen Körperformen, seiner Farbe und überhaupt in seinen physischen Eigenschaften der Hornblende so ähnlich, daß man ihn wohl mit dieser letzteren verwechseln könnte. Indessen unterscheidet er sich doch wesentlich von dieser seiner Verwandtin durch folgende Merkmale:

1) Seine Krystalle bilden vorherrschend kurze, breitgedrückte, sechs- oder achtseitige Säulen, welche an ihren Säulenwinkeln 87° 6′ messen, oben und unten durch ein, aus zwei fünfeckigen Flächen bestehendes, Dach zugeschärft sind und sich in der Richtung ihrer Säulenflächen nicht vollkommen spalten lassen (Fig. 17). Sowohl in ihrem Längs-, wie in ihrem Querschnitte gleichen sie den Orthoklaskrystallen, indem sie eine sechseckige Fläche bilden, wie man namentlich auf den Bruch- oder Schliffflächen von Augit haltigen Porphyren bemerken kann (s. Fig. 12).


Fig. 17.

2) Sein Ritzpulver ist grünlich-bräunlich, wie man namentlich bemerken kann, wenn man sein Pulver mit Wasser schlämmt und auf einer Glastafel bei durchfallendem Lichte betrachtet.

3) Sein spec. Gewicht ist $= 3_2 - 3_5$, also größer wie bei der Hornblende.

4) Am meisten aber unterscheidet er sich von der Hornblende durch seinen chemischen Gehalt; denn während in dieser die Magnesia der vorherrschende Bestandtheil ist, herrscht in ihm die Kalkerde; während ferner in der Hornblende die Alkalien, namentlich das Natron, noch auftreten, fehlen sie in ihm, so lange er frisch ist, ganz; während endlich in der ersteren das Fluor fast nie fehlt, ist in ihm dieses Element nicht vorhanden. — Im Allgemeinen ist der Augit zu betrachten als eine Verbindung von kieselsaurer Kalkerde mit kieselsaurer Magnesia und kieselsaurem Eisenoxydul, welche außerdem noch 5—6 Proc. Thonerde, 7—12 Proc. Eisenoxyd und häufig auch noch 2—6 Proc. Phosphorsäure enthält.

Dagegen nähert er sich in seiner Verwitterungsweise wieder der Hornblende, namentlich der basaltischen; nur verwittert er in Folge seines größeren, durchschnittlich 22 Proc. betragenden, Kalkgehaltes, schneller als diese. Sein letztes Verwitterungsproduct ist dann in der Regel ein durch Eisenoxyd lederbraun oder braunrothgefärbter, meist kohlensauren Kalk und nicht selten auch kohlensaure Magnesia haltiger Eisenthon oder Lehm.

In seinen Verbindungen mit anderen Mineralien steht er endlich der basaltischen Hornblende sehr nahe; ja oft findet er sich mit dieser zu gleicher Zeit in dem Gemenge einer Felsart (z. B. in dem Basalte). Wie diese, so kommt auch er vorzüglich mit kieselsäureärmeren Feldspathen oder

statt deren mit Leucit oder Nephelin im Verbande vor. Aber außerdem zeigen sich in seiner Gesellschaft und oft sogar in inniger Verwachsung mit ihm Kalkhornblende, Diallag, Chlorit, Grünerde, Kalkspath, Eisenspath und Magneteisenerz — kurz lauter Mineralien, welche theils als Auslaugungs-, theils als Zersetzungsproducte von ihm zu betrachten sind.

Mit diesen seinen Verbindungsgenossen bildet er nun schließlich mehrere sehr verbreitete Felsarten, so

1) mit dem Kalkoligoklas oder Labrador und der Grünerde den Diabas oder Augitgrünstein und Augitporphyr;

2) mit dem Labrador und Magneteisenerz zusammen den Basalt und Dolerit;

3) mit dem Nephelin und Magneteisenerze zusammen den Nephelinbasalt und Nephelindolerit;

4) mit dem Leucit zusammen den Leucitophyr;

5) mit Kalkfeldspath manchen Melaphyr;

also vom Diabas, Augitporphyr und Melaphyr abgesehen, lauter jüngere und jüngste Vulkanengesteine, woher es auch kommt, daß man von ihm sowohl Krystalle wie Körner so häufig in den Sand- und Schuttanhäufungen der Vulkane findet. — Außerdem aber bildet er für sich allein auch eine, indessen nur selten vorkommende, Felsart, nemlich den Augitfels.

3) Der Hypersthen, auch ein Hornblende- und Augit ähnliches, schwarzes, schwarz-grünes oder schwarz-braunes glasigglänzendes Mineral, welches sich aber leicht durch seine größere Härte, welche auf gleicher Stufe mit der des Feldspathes steht, durch sein größeres spec. Gewicht (3_3—3_5) und durch seinen metallisch (kupferröthlich) schimmernden Glanz auf den frischen Spaltflächen seiner Krystalle und Körner von den erstgenannten beiden Amphiboliten unterscheiden läßt. — Seine gewöhnlich in

Felsarten eingewachsenen Krystalle zeigen in der Regel rechteckige oder auch rhombische Tafelflächen und sind nicht genau zu bestimmen; am meisten jedoch erscheint er in eckigen Körnern oder derben krystallinischen Massen, welche sich oft so deutlich in dünne Blätter spalten lassen, daß man sie für Diallag oder Glimmer halten könnte, wenn diese beiden Minerale sich nicht schon vom Messer ritzen ließen.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach ist der Hypersthen als eine Verbindung von kieselsaurer Magnesia mit kieselsaurem Eisenoxydul zu betrachten, welche 14,00—21,31 Magnesia, 21,27—22,05 Eisenoxydul und außerdem gewöhnlich noch 0,37—2,35 Thonerde und 1,50—3,09 Kalkerde enthält. — Wegen seines vorherrschenden Eisenoxydulgehaltes übt hauptsächlich der Sauerstoff der Atmosphäre einen großen Einfluß auf seine Zersetzung aus, in Folge dessen er nicht bloß an seiner, der Luft ausgesetzten, Oberfläche, sondern auch auf den Blätterflächen seines Innern sich bald mit einer graubraunen Rinde von Eisenoxyduloxyd oder Magneteisen überzieht. Anders ist es mit seiner Zersetzung an Orten, zu denen der Sauerstoff der Luft nicht gelangen kann, z. B. in tiefgelegenen Klüften des Hypersthenfelses. An solchen Orten wirkt nur Kohlensäure haltiges Wasser auf ihn ein. Dieses wandelt sein Eisenoxydul allmählich in lösliches doppeltkohlensaures Eisenoxydul um, laugt es dann aus und setzt es nun entweder bei seiner Verdunstung an den Kluftwänden seiner Gesteine als einfach kohlensaures Eisenoxydul oder Eisenspath wieder ab oder führt es den, aus den Hypersthenfelsgebieten häufig hervortretenden, Quellen zu, wodurch sich auch der so häufige Eisenocker-Absatz an der Mündung dieser Quellen erklären läßt. Der Rückstand seiner zersetzten Masse ist dann eine weiche serpentinartige Substanz. Als Felsbildungsmittel spielt indessen der Hypersthen eine untergeordnete Rolle, da er nur

im Gemenge mit Kalkoligoklas oder Labrador eine einzige Felsart, nemlich den Hypersthenfels oder Hyperit bildet.

4) Der Diallag (oder Smaragdit(?)): theils dicktafelförmige, sehr leicht und vollkommen in dünne Blättchen spaltbare und dann dem Glimmer ähnliche, Massen, theils körnige Aggregate, theils auch, aber selten, fest in Gesteinen eingewachsene, dem Augit in ihren Umrissen ähnliche, Krystallgestalten von nelkenbrauner, bronzebrauner, grau- bis grasgrüner Farbe und metallähnlichem Glanze, welcher namentlich auf den Spaltflächen sehr stark hervortritt. In seinem spec. Gewichte gleicht er dem Augit, aber in seiner Härte steht er unter dem letzteren, da er sich vom Glas und auch vom Messer, aber nicht vom Fingernagel (wie der ihm sonst oft ähnliche Glimmer) ritzen läßt. — Seinem chemischen Gehalte nach ist er als ein in der Umwandlung begriffener Augit und demnach als eine Verbindung von kieselsaurer Kalkerde mit kieselsaurer Magnesia und kieselsaurem Eisenoxydul nebst 3—6 Proc. Thonerde und 1—2 Proc. Wasser zu betrachten. Seine Verwitterungs- und Zersetzungsproducte sind daher auch ziemlich dieselben, wie die des Augites, nemlich Eisenoxyd und Magneteisenerz, kohlensaurer Kalk, etwas Kieselsäure und, als Rückstand seiner Zersetzung eine serpentinartige Masse.

Als Felsbildungsmittel spielt er, ähnlich dem Hypersthen, eine untergeordnete Rolle, da er, soweit bekannt ist, nur zwei Felsarten bildet, nemlich im Gemenge

1) mit Oligoklas oder Labrador den Gabbro,

2) mit Granat bisweilen den Eklogit.

§. 31. Serpentin und Chlorit. — An die Amphibolite schließen sich ihrem chemischen Gehalte und ihrem Aussehen nach Serpentin und Chlorit an. Sie sind wohl in den meisten Fällen Umwandlungs- und Zersetzungsproducte

der ersteren, wie wenigstens die Uebergänge der Hornblende und des Augites in Chlorit und des Hypersthens und Diallages in Serpentin lehren. Ihrem Hauptbestande nach sind sie daher Verbindungen der kieselsauren Magnesia mit kieselsaurem Eisenoxydul und Wasser, während die Alkalien und Kalkerde ihnen ganz fremd sind. Von den Amphiboliten und anderen ihnen ähnlichen Mineralien unterscheiden sie sich zunächst durch ihren Wassergehalt, welcher sich beim Erhitzen der hierher gehörigen Mineralien in einem Glaskölbchen durch Beschlag an den Glaswänden zu erkennen gibt, durch ihre Zersetzbarkeit in concentrirter Schwefelsäure, wobei sich Bittersalz bildet, und durch ihre geringe Härte, indem sie sich vom Messer oder auch wohl schon vom Fingernagel ritzen lassen. — Zu ihnen gehören:

1) Der Serpentin (oder Ophit), ein schon bei den alten Römern und Griechen wohl bekannter und als Mittel gegen den Biß von Schlangen (daher sein Name, welcher von Serpens oder Ophis, Schlange, abstammt), bösartige Krankheiten und alle möglichen Hexereien und Teufeleien angewendeter Stein, welcher gewöhnlich in derben Massen von unrein dunkelgrüner, grünschwarzer, grünlichgelber oder auch wohl röthlicher, im Ritze aber stets weißlicher, Farbe auftritt, sich vom Messer, aber nicht vom Fingernagel ritzen läßt, dabei sich mager anfühlt und ein specifisches Gewicht = $2{,}5 - 2{,}7$ besitzt. Erhitzt man ihn in einem Glaskölbchen, so schwitzt er Wasser aus und wird schwarz; dagegen wird er beim Erhitzen vor dem Löthrohre durch die Spiritusflamme weiß, ohne jedoch zu schmelzen. Bei längerem Kochen mit Salz- oder Schwefelsäure wird er unter Abscheidung von schleimiger Kieselsäure zersetzt. Erhitzt man seine, durch Schwefelsäure erhaltene, Lösung und läßt sie dann ruhig erkalten, so scheiden sich aus ihr zarte Krystallnadeln

von Bittersalz aus, weshalb man auch den Serpentin zur Darstellung dieses Salzes im Großen benutzt. —

Schon aus den Producten seiner Lösung ersieht man, daß der Serpentin vorherrschend aus kieselsaurer Magnesia besteht. In der That zeigt er im reinen Zustande nur 44,14 Kieselsäure, 42,97 Magnesia und 12,89 Wasser; gewöhnlich indessen enthält er neben der Magnesia auch noch (bis 2 Proc.) Eisenoxydul, ja bisweilen auch Spuren von Chromoxyd, Nickeloxyd und Thonerde. Dagegen sind ihm Alkalien und Kalkerde ganz fremd, woher es auch kommt, daß er, zumal wenn er auch kein Eisenoxydul enthält, den Verwitterungspotenzen durchaus widersteht und ganz nackte, pflanzenleere Felswände zeigt, weshalb man an vielen Orten in den Alpen seine prall ansteigenden, klippigen Berge „todtes Gebirge" nennt. Nur da, wo seine Masse auf Rissen und Sprüngen verwitternde Schwefelkiese enthält, wird dieselbe mit Hülfe der aus diesen letzteren entstehenden Schwefelsäure allmählich in schwefelsaure Magnesia d. i. in Bittersalz umgewandelt, welche dann einsinterndes Regenwasser auflöst und den aus der Umgebung der Serpentinberge hervortretenden („Bittersalzquellen") zuführt.

Wie der Hypersthen und der Diallag, aus deren Umwandlung der Serpentin hervorgehen kann, nur eine untergeordnete Rolle als Felsgemengtheile spielen, so ist auch der Serpentin selbst bis jetzt noch nie als wesentlicher Bestandtheil irgend einer gemengten krystallinischen Felsart bemerkt worden. Dafür aber bildet er für sich allein bedeutende Fels- und Bergmassen im Gebiete der ältesten, wie der jüngern Erdrindeformationen, — am meisten aber im Gebiete des Chlorit- und Thonschiefers oder auch des Gneißes und Granulites. Gewöhnlich erscheinen dann theils seine Massen selbst, theils die Klüfte in denselben als der Sitz einer Menge von Mineralien, von denen die einen als seine Erzeuger, die

anderen ihrer Entstehung nach als seine Geschwister zu betrachten sind. Das Erste gilt von den schönen Krystallen des Olivins, Hypersthens, Diallages, Granates und Epidots; als Geschwister von ihm aber müssen die Krystalle des Bitter-, Dolomit-, Kalk- und Flußspathes, sowie des Magneteisenerzes, Talkes und Quarzes, welche oft im Serpentin eingewachsen vorkommen, betrachtet werden.

Als Bodenbildungsmittel endlich ist der Serpentin, wie aus dem, oben über seine Zersetzungsweise schon, Mitgetheilten hervorgeht, ohne Bedeutung; dagegen spielt er in der Technik eine nicht unbedeutende Rolle, da seine, namentlich im frischen Zustande leicht verarbeitbare, Masse sowohl als Baustein, wie auch zur Verfertigung von Urnen, Leuchtern, Wärmsteinen, Dosen u. s. w. verwendet wird.

2) Der Chlorit: Ein blau-, grau- oder schwarzgrünes, gewöhnlich in schiefrigen, blätterigen oder schuppigen Massen, seltener in sechsseitigen Täfelchen oder Blättern auftretendes Mineral, welches sich vom Fingernagel ritzen und schaben läßt und dabei sich, namentlich als Pulver, fettig anfühlt, wodurch es sich vom Glimmer und anderen ihm ähnlichen Mineralien unterscheidet. Sein Glanz ist auf den Spaltflächen stark und perlmutterartig, äußerlich aber fettigglasähnlich. In ganz dünnen Blättchen ist er etwas durchsichtig, aber nicht, wie der Glimmer, elastisch biegsam. Sein specifisches Gewicht ist 2,73—2,95. Im Glaskölbchen erhitzt schwitzt er Wasser aus und schwärzt sich. Durch Salzsäure wird er kaum, durch concentrirte Schwefelsäure aber nach längerem Erhitzen leicht zersetzt. Im normalen Zustande besteht er aus 26,3 Proc. Kieselsäure, 18—22 Proc. Thonerde, 15—28 Proc. Magnesia, 15—28 Proc. Eisenoxydul und 10—12 Proc. Wasser. Kalkerde und Alkalien sind ihm demnach eben so fremd wie dem Serpentin. Aber eben in diesem Mangel, namentlich an Kalkerde, liegt auch der Grund,

warum er so schwer verwittert. Am ersten beginnt noch seine Zersetzung, wenn Wasser mit Sauerstoff zwischen seine Blätter- oder Schieferlagen eindringen und nachhaltig auf den Eisenoxydulgehalt der Chloritmasse einwirken kann. In diesem Falle wird durch die Umwandlung des Eisenoxydules in ockergelbes Eisenoxydhydrat diese Masse zunächst von Innen nach Außen unrein gelbgrün bis ockergelb, dann aber so mürbe, daß zutretendes Wasser sie in ein loses Haufwerk von äußerst kleinen, fast pulverartigen, Schüppchen theilt. Wirkt nun weiter auf dieses Haufwerk Quell- oder Kohlensäure haltiges Wasser ein, so wird auch die in der chloritischen Masse noch vorhandene kieselsaure Magnesia zum Theil gelöst und ausgelaugt, so daß zuletzt von dem ganzen Chlorite nur noch eine, wenig Magnesia haltige, im feuchten Zustande schmierige, beim Austrocknen aber blättrig werdende, Thonsubstanz übrig bleibt, welche Anfangs blaß bläulichgrün aussieht, an der Luft aber bald ockergelb wird und eine Menge kleiner Chloritschüppchen enthält.

Soviel über die Eigenschaften und die Zersetzungsweise des Chlorites. Für die Bodenbildung wirkt er also nicht günstig ein und Pflanzennahrstoffe enthält die von ihm gebildete, dürftige Erdkrume auch gerade nicht. Trotzdem ist er von Wichtigkeit für die Bildung von Felsarten; denn er setzt nicht nur für sich allein oder auch in Untermengung mit Quarzkörnern den, hie und da im Gebiete des Gneißes, Glimmer- und Thonschiefers mächtige Ablagerungen bildenden, Chloritschiefer zusammen, sondern bildet auch gar nicht selten in den Glimmer, Hornblende, Augit und Hypersthen haltigen Felsarten einen Gemengtheil, was gar nicht wundern darf, da er der Erfahrung gemäß aus der Umwandlung aller dieser ebengenannten Mineralien hervorgehen kann. Und eben in dieser seiner Entstehungsweise liegt auch der Grund, wenn er so häufig in der Gesellschaft von Bitter-, Dolomit-,

Kalk- und Eisenspath, sowie auch von Magneteisenerz und Serpentin — kurz von lauter Mineralien, welche eben so wie er selbst aus den genannten Amphiboliten entstehen können, vorkommt.

§. 32. **Die Glimmersteine.** — a) **Im Allgemeinen.** Die hierher gehörigen Mineralien bilden schief vierkantige oder auch sechsseitige **Tafeln, Blätter und Schuppen, welche sich in der Richtung ihrer Tafelflächen in äußerst dünne, elastisch biegsame, durchsichtige Blättchen spalten lassen; leicht vom Messer, ja gewöhnlich schon vom Fingernagel geritzt werden; silberweiß, messinggelb, eisenschwarz** oder auch braun und grünlich **aussehen und in ganzen Massen metallisch glänzen, während sie in ganz dünnen Blättern ganz oder fast farblos, durchsichtig und glasglänzend sind.** — Durch alle diese Eigenschaften sind sie von allen, ihnen ähnlichen, Mineralien, z. B. von manchen Hornblenden und Metallen hinlänglich unterschieden.

Ihre chemische Zusammensetzung indessen ist sehr schwankend und nähert sich bald der des Feldspathes, bald der der Hornblende, so daß man die Glimmerarten nur im Allgemeinen als Verbindung von kieselsaurer Thonerde mit den Silicaten des Eisens, der Magnesia, des Kali's, Natrons oder auch des Lithions betrachten kann. Charakteristisch für diese Zusammensetzung ist der **Mangel an Kalkerde und das häufige Auftreten von Fluor**, sowie von 2—4 Proc. Wasser.

In Folge dieses Mangels an Kalkerde sowohl, wie auch der glänzenden, spiegelglatten, Oberfläche ihrer Blätter und Krystalltafeln verwittern die Glimmersteine nur sehr langsam. Kein Thau- und Regentropfen kann an ihnen haften und mit Hülfe seines Sauerstoff- und Kohlensäuregehaltes nagen. So

kommt es, daß die Massen der Glimmerarten an ihrer Oberfläche stets glänzend und frisch aussehen, als seien sie eben erst entstanden. Anders freilich sieht es oft in dem Innern ihrer Krystalle zwischen deren einzelnen Blätterlagen aus, zumal wenn diese Krystalle eine solche Stellung oder Lage haben, daß die Enden ihrer Blätterlagen der Sonne und Atmosphäre zugewendet sind. Dann nemlich wird die Verbindung der einzelnen Blätter durch den immer wiederkehrenden Temperaturwechsel so gelockert, daß zwischen den letzteren feine Haarspalten entstehen, welche alle Feuchtigkeit sammt ihrem Sauerstoff und ihrer Kohlensäure in sich auffsaugen, nach dem Innern der Glimmermasse leiten und hier festhalten, so daß nun die Verwitterungsagentien dauernd wirken können. Enthält unter diesen Verhältnissen ein Glimmer nur Eisenoxydul und kein Eisenoxyd, dann wird durch den eingedrungenen Sauerstoff dasselbe in allen einzelnen Blätterlagen in ockergelbes Eisenoxydhydrat umgewandelt, wodurch die ganze Glimmermasse prächtig messing- oder goldgelb wird; ist in seiner Masse aber zugleich Oxydul und auch Oxyd vorhanden, dann färbt sie sich durch den Einfluß des Sauerstoffes bronzefarbig. Während nun so der Sauerstoff durch höhere Oxydation des Eisenoxydules die Masse des Glimmers lockert, ruht auch die Kohlensäure, welche das Meteorwasser mit sich führt, nicht; sie löst und laugt die im Glimmer vorhandenen Alkalien und alkalischen Erden, — zuerst das Natron, dann das Kali und zuletzt auch theilweise die Magnesia —, aus der Glimmermasse aus, so daß zuletzt von ihr nur noch ein durch beigemengtes Eisenoxyd ockergelb oder braunroth gefärbter, mit unzähligen kleinen Glimmer- und Chloritschüppchen untermengter, schmieriger Thon übrig bleibt.

So geht die Verwitterung und Zersetzung der Glimmersteine unter den gewöhnlichen Verhältnissen stets von Innen

nach Außen vor sich, so daß gar häufig eine Glimmermasse ganz aus einem Kerne von erdiger Thonsubstanz besteht, welche äußerlich von einer, häufig kaum einer Linie dicken, Schale von noch reinem Glimmer umhüllt wird.

Für die Felsartenbildung sind die Glimmersteine von größter Wichtigkeit, da sie nicht nur für sich allein sehr häufig den, in mächtigen Gebirgsmassen auftretenden, Glimmerschiefer zusammensetzen, sondern auch im Gemenge hauptsächlich mit Quarz, und kieselsäurereichem Feldspath, außerdem nicht selten mit Magnesiahornblende den Gneiß, Urthonschiefer und Granit bilden und dann noch häufig als mehr zufällige Gemengtheile im Syenite, Diorite, Melaphyr, sowie in vielen Sandsteinen und Schieferthonen auftreten. Charakteristisch für alle Felsarten, in denen Glimmer als vorherrschender Gemengtheil auftritt, ist, daß sie sich mehr oder weniger vollkommen leicht in dünne, parallelflächige Tafeln spalten lassen, also ein schiefriges Gefüge haben.

b) Arten der Glimmersteine. — Je nach ihrem Gehalte an Alkalien, Magnesia und Eisenoxydul sind folgende Arten zu unterscheiden:

α) Alkalienreiche Glimmer, in denen neben der kieselsauren Thonerde sich vorzüglich Kali-, Natron- oder auch Lithionsilicat bemerklich macht, während die Magnesia fehlt oder höchstens 2 Procent beträgt. Sind sie vorherrschend silberweiß oder bleigrau, nur bisweilen auch schön rosenroth, dagegen selten grün; werden beim Beginne ihrer Verwitterung messing- oder goldgelb; und lassen sich vom Fingernagel ritzen. Zu ihnen gehört außer dem zartblättrigen, gelblichsilberweißen Damourit und dem schuppigen, rosenrothen, die Spiritusflamme beim Erhitzen vor dem Löthrohre schön roth färbenden, Lithionglimmer;

der Silberglimmer (weiße oder gemeine Glimmer,

Kaliglimmer), der gemeinste unter den Glimmerarten und wegen seiner silberweißen Farbe von dem Nichtkenner fälschlich oft für Silber (daher: Katzensilber genannt) oder wegen des bei seiner Verwitterung eintretenden goldigen Scheines für Gold (daher: Katzengold) gehalten. — Er bildet große rhombische Tafeln, welche an ihren spitzen Ecken abgestumpft und dann sechskantig erscheinen, am meisten aber Blätter und Schuppen. Seine Massen lassen sich sehr leicht in möglichst dünne Lamellen spalten, welche ganz farblos, durchsichtig und glasähnlich sind, weshalb man sie auch unter dem Namen Marien- oder Frauenglas hie und da zu Fenster- und Laternenscheiben benutzt. Sein specifisches Gewicht beträgt 2,76—3,1. — In Säuren ist er unlöslich; erhitzt man ihn in einem Glaskolben, so schwitzt er in der Regel Wasser aus, welches Fluor enthält und deshalb die Glaswände anätzt und ein angefeuchtetes Lakmuspapier gelb färbt. —

In ganz reinem Zustande besteht er aus 48,07 Kieselsäure, 38,41 Thonerde, 10,10 Kali und 3,42 Wasser; in dieser Zusammensetzung gleicht er also einem kieselsäurearmen Orthoklase, aus welchem er in der That auch entstehen kann, sobald der letztere Wasser aufnimmt und dafür von seiner Kieselsäure ein Quantum ausscheidet. Indessen so rein kommt er nur selten vor; gewöhnlich enthält er neben kieselsaurer Kalithonerde noch 1—6 Proc. Eisenoxydul, 0,5—2 Magnesia und 0,5—1,5 Fluor, ja oft auch noch bis 3 Proc. Natron, bis 2 Proc. Kalkerde und bisweilen sogar 1—3 Proc. Titansäure, und kommt dann in seiner qualitativen Zusammensetzung bald dem Turmaline, bald dem Granate, bald auch der Hornblende — also lauter Mineralarten nahe, aus denen er nach vielfachen Beobachtungen wirklich entstehen kann. — Aber eben weil er aus der Zersetzung des Orthoklas, Turmalins, Granates oder auch des Andalusites und Dichroites hervor-

gehen kann, kommt er auch gewöhnlich in der Gesellschaft dieser Mineralien, am meisten jedoch im Verbande mit dem Orthoklasfeldspath und Quarz oder auch mit den Zersetzungsproducten des Orthoklases, nemlich mit Kaolin oder Thon, gemengt vor. Im Gemenge mit diesen Mineralarten bildet er dann hauptsächlich folgende Felsarten:

1) im Gemenge mit Quarz Glimmerschiefer und auch manchen Thonschiefer;

2) im Gemenge mit Quarz und Orthoklas Granit, Gneiß und auch manchen Trachyt;

3) im Gemenge mit Thon die meisten Schieferthone und auch manche schiefrige Sandsteine.

Außerdem aber trifft man den Kaliglimmer als Nebengemengtheil vom Granulit, Syenit, Felsitporphyr und überhaupt von allen Orthoklas und Quarz haltigen Felsarten. Dagegen ist er den Labrador und Augit haltigen Gesteinen mehr oder weniger fremd.

Der Silber- oder Kaliglimmer widersteht unter allen Glimmerarten den Verwitterungsagentien am längsten und hartnäckigsten, zumal wenn er kein Natron und Eisenoxydul oder keine Magnesia und Kalkerde enthält. Der an diesen letztgenannten Bestandtheilen arme Glimmer zerfällt unter der Einwirkung des Temperaturwechsels und Wassers zuletzt in ein loses Haufwerk von äußerst zarten, silberweißen Schüppchen, welche vom Regenwasser fortgefluthet und dann weiter mit Thon oder Lehm zusammengeschlämmt werden. Der Natron, Eisenoxydul und Magnesia haltige Glimmer dagegen wird unter dem Einflusse der Atmosphärilien dieser ebengenannten Bestandtheile beraubt und zuletzt in eine ockergelbe, mit unzähligen Glimmerlamellen untermengte, magere thonige oder lehmige Erdkrume umgewandelt.

β) Kaliarme, aber magnesia- oder eisenreiche

Glimmer, in welchen neben kieselsaurer Thonerde 15—30 Proc. Magnesia und bis 25 Proc. Eisenoxyduloxyd oder Eisenoxyd, dagegen nur 40 Proc. Kieselsäure, selten mehr als 5 Proc. Kali und bisweilen auch bis 5 Proc. Natron und bis 2 Proc. Kalkerde vorhanden sind. Sie sind vorherrschend schwarzbraun oder eisenschwarz, werden bei ihrer Verwitterung schön kirsch- oder kupferroth, glänzen auf den Spaltflächen stark metallisch-perlmutterartig, werden vom Fingernagel nur schwer oder auch gar nicht geritzt und haben ein specifisches Gewicht = 72,74—313. — Durch Salzsäure werden sie nur wenig, aber durch Schwefelsäure vollständig und unter Abscheidung von weißen, perlmutterglänzenden Kieselsäureschüppchen zersetzt. — Bei ihrer Verwitterung, welche unter sonst gleichen Verhältnissen weit schneller und leichter als beim Kaliglimmer erfolgt, bilden sie zuerst in Folge ihres Eisenoxydgehaltes ein braunrothes Haufwerk von ausgeschiedenem Eisenoxyd und kleinen Glimmerschüppchen, zuletzt aber nach Auslaugung ihres Eisenoxydules, Kali's und Natrons, sowie ihrer Magnesia und Kalkerde durch kohlensaures Wasser einen schmierigen, mit noch unzersetzten Glimmerschüppchen untermengten und häufig auch kohlensaure Magnesia und Kalkerde besitzenden, braunrothen Thon. — Zu diesen kaliarmen Glimmern gehört:

der Eisen- oder Magnesiaglimmer oder auch schwarze Glimmer, welcher gewöhnlich schwarzbraun oder ganz schwarz ist und dann in seinem Ansehen der gemeinen Hornblende gleicht, von der er sich aber durch seine weit geringere Härte, sein blättriges Wesen und seine Zersetzbarkeit in Schwefelsäure unterscheidet. Es ist diese Unterscheidung wohl festzuhalten, da dieser Glimmer sehr häufig mit Hornblende, aus deren Umwandlung er hervorgehen kann,

zusammen in Felsarten auftritt. Für die Bildung dieser letzteren ist er übrigens von derselben Wichtigkeit wie der Kaliglimmer; denn er bildet ebenso wie dieser

1) mit Quarz zusammen Glimmer= und Thonschiefer;
2) mit Quarz und Feldspath zusammen Granit und Gneiß;
3) häufig einen Gemengtheil im Syenit, Diorit und Melaphyr.

Indessen ist bei seinen Verbindungen mit Feldspath zu bemerken, daß er vorherrschend in der Gesellschaft des Oligoklas auftritt, während der Kaliglimmer sich vorzüglich dem Orthoklas zugesellt zeigt. Außerdem ist noch zu bemerken, daß der Eisenglimmer ein selten fehlender Gemengtheil der braunrothen oder eisenschüssigen Schieferthone ist und auf deren Schieferflächen gewöhnlich die schwarzen, wie Eisenglanz aussehenden, Spiegel bildet.

b. Von den Nebengemengtheilen der krystallinischen Felsarten.

§. 33. In der Bestandesmasse der krystallinischen Felsarten kommen nicht selten Krystalle oder krystallinische Aggregate von Mineralien vor, welche gar nicht zu den wesentlichen Gemengtheilen der sie umschließenden Felsarten gehören und gewissermassen den Kohlenbrocken gleichen, welche in der Masse eines Brodes oder Kuchens eingebacken liegen. Man hat deßhalb diese Einschlüsse einer Felsart, welche nicht zu der Bestandesmasse oder dem Wesen derselben gehören, unwesentliche oder zufällige Gemengtheile oder auch Nebengemengtheile der Felsarten genannt. Unter diesen Nebengemengtheilen nun sind zweierlei zu unterscheiden, nemlich

1) solche, welche wohl für eine gewisse Felsart unwesentlich, aber für eine andere wesentlich sein können. Da ist z. B. der Glimmer; dieser ist für den Granit und Gneiß ein

wesentlicher Gemengtheil, aber für den Syenit oder Kalkstein ein unwesentlicher. Ueberhaupt kann jede der in dem vorstehenden Abschnitte beschriebenen Mineralarten für die eine Felsart ein wesentlicher und für eine andere ein unwesentlicher Gemengtheil sein;

2) solche, welche in keiner allgemein verbreiteten Felsart als wesentliche Gemengtheile auftreten. Von diesen eigentlichen Nebengemengtheilen nun soll im Folgenden noch Einiges mitgetheilt werden, da mehrere derselben für die Umwandlung und Zersetzung der sie einschließenden Felsarten von Wichtigkeit sind.

§. 34. Zu diesen eigentlichen, nur selten als wahre Gemengtheile von Felsarten auftretenden, Nebengemengtheilen gehören vorzüglich der Eisen- und Kupferkies, Turmalin, Granat, Epidot und Olivin.

1) Der Eisen- oder Schwefelkies, ein wahrer mineralischer Hans in allen Ecken, da er in allen möglichen Felsarten vorkommt und selbst auf Erzgängen nur selten ganz fehlt, ja sich auch noch fortwährend auf dem schlammigen Grunde von Mooren, Sümpfen und sonstigen Wassertümpfeln erzeugt. Er krystallisirt theils in Würfeln, Zwölfflächnern und anderen tesseralen Gestalten, theils in rhombischen Tafeln, Säulen und Nadeln, welche gewöhnlich zu kugel-, knollen- oder stalaktitenförmigen Aggregaten mit strahlig faserigem Gefüge verbunden sind. Außerdem kommt er in dünnen Blättern, Ueberzügen und derben Massen vor. Von Farbe ist er weißlich, graulich oder grünlich messinggelb (speisgelb), im Ritze aber dunkelbräunlich oder grünlich-grau. Vom Feuerstein ist er ritzbar, aber nicht vom Glase und noch viel weniger vom Messer. Am Stahle funkt er stark, weßhalb man ihn früher auch statt des Feuersteins, z. B. an Flintenschlössern, benutzte. Sein spec. Gewicht beträgt 4,8—5,2.

Erhitzt man den Eisenkies in einem Glaskölbchen, so setzt er Schwefel ab und entwickelt stechend riechende schwefelige Säure; erwärmt man sein Pulver mit Salpetersäure, so löst er sich unter Abscheidung von Schwefel zu einer grünlichen, wie Tinte schmeckenden, Flüssigkeit, welche durch Galläpfeltinktur schwarz wird. — Liegt er an feuchter Luft, so verwandelt er sich unter Anziehung von Sauerstoff in Eisenvitriol, dessen Lösung nun mannichfach umwandelnd auf die mit ihm in Berührung kommenden Mineralien, namentlich auf Kalkstein, Dolomit, Mergel, Schieferthon und Thonschiefer, einwirkt, wie bei der Beschreibung des Eisenvitrioles schon angegeben worden ist.

2) Der Kupferkies, welcher dem Eisenkiese äußerlich oft recht ähnlich und, wie dieser, messinggelb ist, aber von ihm leicht schon dadurch unterschieden werden kann, daß er vom Glas und meist auch schon vom Messer geritzt wird und keine Funken am Stahle gibt. Er besteht aus einer Verbindung von Schwefelkupfer und Schwefeleisen, gibt mit Königswasser eine blaugrüne Lösung, in welcher ein reines Eisenstäbchen sich mit metallischem Kupfer bedeckt. An feuchter Luft wandelt er sich durch Anziehung von Sauerstoff in ein blaugrünes Gemisch von Kupfer- und Eisenvitriol um, welches mit seiner Lösung in ähnlicher Weise auf andere Gesteine umwandelnd einwirkt, wie der Eisenvitriol und z. B. den Kalkstein in Gyps umwandelt, während er selbst zu kohlensaurem Kupferoxydhydrat d. i. zu grünem Malachit oder zu himmelblauer Kupferlasur wird. Er findet sich theils in Erzgängen, theils in anderen Gesteinen, z. B. im bituminösen Mergelschiefer der Zechsteinformation, eingewachsen.

3) Der Turmalin oder Schörl, ein gewöhnlich schwarzes oder auch dunkelbraunes, glasglänzendes, theils in sechsseitigen Säulen und Stangen, theils in stängeligen und faserigen Bündeln auftretendes, Mineral, welches vom Feuer-

stein nur wenig oder auch gar nicht geritzt wird und am häufigsten in Felsarten eingewachsen erscheint, welche Kaliglimmer, Quarz und kieselsäurereiche Feldspathe enthalten, also hauptsächlich im Granit, Gneiß, Glimmer-, Chlorit- und Thonschiefer. Selten nur bildet er für sich allein eine Felsart, nemlich den Turmalinschiefer.

4) Der Granat, welcher in seiner Härte bald über dem Feuerstein, bald demselben gleich steht, tritt theils in schön ausgebildeten, zwölfflächigen Krystallen (Rhombendodekaëdern), theils in eckigen und abgerundeten Körnern von gewöhnlich gelb-, braun- oder blutrother, nicht selten aber auch von gelber, grüner oder schwarzer Farbe in Felsarten auf, welche Eisen- oder Magnesiaglimmer, Chlorit, Hornblende, Epidot oder Serpentin enthalten und kann sich selbst sogar in alle diese Mineralien umwandeln. Als wesentliches Felsbildungsmittel spielt er nur eine untergeordnete Rolle; denn er macht sich nur in dem wenig verbreiteten, aus grünem Diallag und braunrothem Granat bestehenden, Eklogitfels, sowie in dem noch weniger vorkommenden Granatfels, bemerklich. Trotzdem ist er nicht nur deshalb, weil aus seiner Umwandlung die eben genannten, für die Felsbildung wichtigen, Mineralarten hervorgehen können, sondern auch wegen seiner Benutzung als geschätzter Schmuckstein von Interesse.

5) Der Epidot oder Pistazit, ein gewöhnlich in liegenden, langgestreckten Säulen und stängeligen oder körnigen Aggregaten auftretendes, vorherrschend öl- bis schwarzgrünes, stark glasglänzendes Mineral, welches dem Turmaline und der Hornblende ähnlich sieht, aber weicher als der erste und härter als die letztere ist und mit dem Feuersteine ziemlich gleiche Härte hat. Es findet sich hauptsächlich auf Spalten und Gängen von Hornblende-, Chlorit- und Serpentingesteinen, seltener in der Masse derselben eingewachsen.

6) Der Olivin oder Chrysolith, ein treuer Beglei-

ter der jüngern vulkanischen Gesteine, vor allen der Basaltite, bisweilen aber auch der Meteorsteine. Er tritt theils in rectangulären, etwas breitgedrückten, Säulenkrystallen, theils in Körnern und körnigen Aggregaten von gelb- bis blaugrüner, seltener gelber oder rother Farbe auf, ist glasglänzend, hat mit dem Feuersteine ziemlich gleiche Härte und wird durch Schwefelsäure in der Weise zersetzt, daß sich schwefelsaure Magnesia oder Bittersalz bildet.

Außer diesen, eben kurz geschilderten, Nebengemengtheilen gibt es noch viele Mineralien, welche in der Masse von Felsarten eingewachsen vorkommen, so z. B. der Dichroit, Cyanit, Topas, Staurolith, Beryll, das Zinnerz u. s. w.; allein sie dürfen hier, wo es sich hauptsächlich um die als Felsbildungsmittel auftretenden Mineralarten handelt, nicht weiter berücksichtigt werden.

c. Die Verbindungsweisen der Mineralien zu Felsarten.

§. 35. Das Gefüge im Allgemeinen. — Wenn einzelne Individuen der im Vorigen beschriebenen Mineralarten sich massenhaft und fest mit einander verbinden, so daß die durch diese Verbindungen entstehenden Steinmassen große Strecken der Erdrinde ausfüllen, so bilden sie Felsarten. Die Art und Weise nun, in welcher sich solche Mineralarten mit einander zu einer Felsart verbinden, bildet das Gefüge dieser letzteren. Dieses Gefüge oder diese Art ihrer Zusammenfügung zum Ganzen aber ist abhängig von der Gestalt und Größe der sich zusammenfügenden Mineralindividuen.

Wie schon aus der Beschreibung der als Felsbildner auftretenden Mineralarten zu ersehen ist, so können diese letzteren theils als Krystalle oder eckige und scharfkantige krystallinische Körner theils als Blätter, Lamellen oder kleine

Schuppen, theils als Stängel oder Fasern, theils auch als pulver- oder staubähnliche, in ihren Körperformen nicht mehr unterscheidbare, Individuen auftreten.

§. 36. Arten des Gefüges. — Je nachdem nun die Mineralindividuen, welche die Masse einer Felsart zusammensetzen, in der einen oder der anderen dieser verschiedenen Körperformen auftreten, muß auch das Gefüge der von ihnen zusammengesetzten Felsarten theils ein krystallinisch-körniges, theils ein blätteriges, theils ein faseriges oder stengeliges, theils ein dichtes sein.

1) Körnig-krystallinisch wird dieses Gefüge sein, wenn die, eine Felsart zusammensetzenden, Mineralindividuen vorherrschend in der Gestalt von Krystallen und krystallähnlichen, eckigen Körnern auftreten und regellos mit einander verbunden erscheinen. Die mit diesem Gefüge versehenen Felsarten, wie z. B. der Marmor und der Granit, glitzern und glänzen auf ihren Bruchflächen, wenn man sie gegen die Sonne hält.

2) Blätterig, schuppig oder schiefrig ist das Gefüge, wenn die, eine Felsart zusammensetzenden, Mineralindividuen eben die Gestalt von Blättchen oder Lamellen haben. In diesem Gefüge nun können die einzelnen Blättchen entweder ordnungslos durch einander verbunden sein (verworren blättriges Gefüge) oder unter einander mehr oder weniger regelmäßige, parallel ziehende Lagen bilden. In dem letzten Falle zeigt ein Gestein schiefriges Gefüge, von welchem man nun wieder das vollkommen schiefrige, welches sich leicht in lauter ebene Platten spalten läßt, und das unvollkommen schiefrige oder flaserige Gefüge, bei welchem sich ein Gestein nur in unebene, wellige oder wulstige Tafelbruchstücke zertheilen läßt, unterscheidet. Ein sehr vollkommenes Schiefergefüge zeigt der als Tafel- oder Dachschiefer allbekannte Thonschiefer und auch der

meiste Glimmerschiefer; der Gneiß dagegen hat sehr häufig nur ein flaseriges Gefüge.

3) Stängelig oder faserig zeigt sich das Gefüge, wenn eine Felsart aus lauter — theils strahlig, theils parallel, theils auch verworren mit einander verwachsenen — Mineralstängeln oder Fasern gebildet wird. Der Gyps und manches Hornblendegestein läßt diese Art des Gefüge oft sehr deutlich wahrnehmen.

4) Dicht endlich nennt man das Gefüge einer Felsart, wenn man die Körperformen der sie zusammensetzenden Mineral-individuen selbst nicht mit einem einfachen Vergrößerungsglase unterscheiden kann, so daß das Ganze wie aus einem einzigen Individuum bestehend aussieht. Lassen sich nun bei einem solchen Gefüge die einzelnen Theilchen mit der Hand schon vom Ganzen abreiben, so nennt man das Gefüge erdig-dicht; wenn dagegen die ganze Masse wie zusammengeschmolzen aussieht, so nennt man es schlackig oder glasig. — Die Kreide hat z. B. ein erdiges, der Obsidian aber ein glasiges Gefüge.

5) Außer diesen Gefüge-Arten kommt nun noch eins vor, welches aus lauter hirse- bis erbsengroßen, bald concentrisch-schaligen, bald strahlig-nadeligen, bald auch dichten Mineralkügelchen gebildet wird. Man hat dasselbe wegen seiner Aehnlichkeit mit einem versteinten Aggregate von Fischeiern oder Erbsen das rogensteinartige oder oolithische Gefüge genannt.

Die eben betrachteten Arten des Gefüges nennt man einfache. Ihnen gegenüber stehen die gemischten Arten. Zu ihnen gehören das Porphyr- und Mandelstein-Gefüge.

1) Bei dem Porphyrgefüge liegen in einer dichten oder sehr feinkörnigen Grundmasse mehr oder weniger ausgebildete Krystalle von denselben Mineralarten, aus denen

auch die Grundmasse besteht. In dem Felsitporphyre z. B. liegen in einer, aus Feldspath und Quarz bestehenden, dichten, scheinbar einfachen Grundmasse deutliche Krystalle von Feldspath und Quarz. Ist daher die Grundmasse eines Porphyres so fein und innig gemischt, daß man die, sie zusammensetzenden, Mineralarten gar nicht mehr mit dem bloßen Auge unterscheiden kann, so lehren doch die in derselben eingebetteten Krystalle, aus welchen Mineralien sie besteht.

2) Das Mandelstein- oder Amygdaloid-Gefüge zeigt auch, wie der Porphyr, eine dichte oder feinkörnige, scheinbar gleichartige Grundmasse, aber die in derselben eingebetteten Mineralien sind einerseits nicht von derselben Art, wie die Bestandtheile der Grundmasse und bilden andererseits nicht einfache Krystalle, sondern kugel-, bohnen- oder mandelförmige Aggregate, theils von zusammengewachsenen Krystallen, theils von nichtkrystallischen Mineralien. So besteht die Grundmasse des Melaphyrmandelsteins aus einem undeutlichen Gemenge von einem Kalkfeldspath und Kalkhornblende, aber die in ihr eingebetteten bald kleinen bald sehr großen Mineralkugeln bestehen theils aus Aggregaten von Quarz- oder auch Kalkspathkrystallen, theils aus Chalzedon, Carniol, Achat oder Grünerde. Bemerkenswerth erscheint es übrigens, daß das Mandelsteingefüge vorherrschend bei gemengten krystallinischen Felsarten auftritt, welche Kalkfeldspath (Labrador), Nephelin, Leucit, Kalkhornblende oder Augit zu Gemengtheilen haben, wie z. B. bei dem Diabas, Melaphyr und Basalt.

Endlich muß hier noch erwähnt werden, daß Gesteine namentlich mit körnigem, dichten, porphyrischen oder amygdaloidischen Gefüge oft so von rundlichen oder eckigen Lücken, Rissen oder Poren durchzogen erscheinen, daß man sie zellig, lückig, zerrissen, porös oder auch blasig nennen muß. Der Dolomit, Trachyt und die Lava, sowie auch

manche, in Verwitterung befindliche, Mandelsteine (oder sogenannte Blattersteine) zeigen dieses sehr gewöhnlich.

d. Nähere Betrachtung der krystallinischen Felsarten.

§. 37. Allgemeines. — Wie schon im §. 5 angegeben worden ist, so sind die durch krystallinische Mineralien gebildeten Felsarten von doppelter Natur. Die einen nemlich bestehen in ihrer ganzen Masse nur aus einer einzigen Mineralart, so daß sie als ein massig entwickeltes krystallinisches Mineral oder noch besser als ein kolossales Aggregat von fest und innig verwachsenen Individuen einer und derselben Mineralart zu betrachten sind; die anderen dagegen erscheinen als bald deutliche bald undeutliche Gemenge von zwei, drei oder auch mehreren innig mit einander verwachsenen Mineralarten. Jene ersten nennt man einfache, diese letzteren aber gemengte krystallinische Felsarten.

α. Die einfachen krystallinischen Felsarten.

§. 38. Arten derselben. — Unter den im vorigen Abschnitte (a) beschriebenen Mineralien treten als selbständige Felsbildner namentlich auf:

I. unter den im Wasser löslichen Salzen: das Steinsalz;

II. unter den Spathen, und zwar

a) unter den Sulfatspathen: der Gyps;

b) unter den Phosphatspathen: der Phosphorit;

c) unter den Carbonatspathen: der Kalkstein, Mergel, Dolomit und Eisenspath;

III. unter den Oxyden: der Braun-, Roth- und Magneteisenstein;

IV. unter den Siliciolithen: der Quarz (gemeiner, Hornstein und Kieselschiefer);

V. unter den Silicaten: der Felsit; die Hornblende (und der Augit); der Serpentin und bisweilen auch der Chlorit und Glimmer.

Alle die, durch die ebengenannten Mineralien gebildeten, einfachen Felsarten stimmen in ihren mineralogischen Eigenschaften, ihren Vorkommnissen und ihrem Verhalten zur Bodenbildung mit ihren Muttermineralien so überein, daß sie keiner besonderen Beschreibung mehr bedürfen. Man siehe daher das Weitere über diese eben genannten Felsarten bei der Beschreibung der sie bildenden Mineralarten.

β. Die gemengten krystallinischen Felsarten.

§. 39. Ihre Zusammensetzung im Allgemeinen. — Die Masse der hieher gehörigen Felsarten erscheint stets als ein bald deutliches, schon mit bloßen Augen erkennbares, bald undeutliches, nur erst durch das Vergrößerungsglas unterscheidbares, Gemenge von zwei oder mehreren der im vorigen Abschnitte beschriebenen Mineralien. In ihrem Aeußeren haben diese Felsarten nicht selten viel Aehnliches mit manchen Trümmergesteinen, namentlich mit Conglomeraten, aber sie sind in allen Fällen von diesen letzteren unterschieden:

Einerseits durch den Mangel eines Bindemittels, indem bei den krystallinischen Felsarten die sie zusammensetzenden Mineralindividuen unmittelbar unter sich verwachsen oder auch in manchen Fällen zusammengeschmolzen sind, während bei den Trümmer- oder klastischen Gesteinen die einzelnen Steintrümmer in einem sie gegenseitig verkittenden Bindemittel liegen.

Bemerkung. Wäre es nicht an dieser Stelle ungeeignet, so könnte man diese beiden Classen von Felsarten mit Cervelatwurst und Blutwurst vergleichen. In der ersten sind die Speck- und Fleischstückchen unmittelbar, wie die Gemengtheile bei einem krystallinischen Gesteine, verbunden; in der Blutwurst aber werden die Speck- und Fleischstückchen durch erhärtetes Blut zusammengekittet, ähnlich wie bei einem Conglomerate die einzelnen Quarztrümmer durch ein rothes Thonbindemittel.

Andererseits aber ist das scheinbar bei einigen krystallinischen Felsarten, so namentlich bei den Porphyren und Mandelsteinen, vorhandene Bindemittel ebenso krystallinischer Natur, wie die in demselben eingebetteten Mineralindividuen, während bei den ihnen ähnlichen Conglomeraten das Bindemittel klastischer Natur ist und demgemäß gewöhnlich aus erhärtetem Thon oder Mergel besteht.

Diejenigen Mineralarten nun, welche das Gemenge einer solchen krystallinischen Felsart bilden, nehmen in der Regel nicht gleich großen Antheil an der Bildung eines Felsgemenges; vielmehr bemerkt man, daß eine dieser Mineralarten in dem Gemenge einer Felsart an Menge die übrigen überragt. So z. B. bemerkt man in dem, aus Feldspath, Glimmer und Quarz bestehenden, Granit, daß der Feldspath gewöhnlich in weit größerer Menge vorhanden ist, als der Glimmer und Quarz; der Gneiß hat ganz dieselben Gemengtheile, wie der Granit, aber in seinem Gemenge herrscht mehr der Glimmer vor, woher es auch kommt, daß er ein schiefriges Gefüge hat, während der Granit körnig ist. Es übt daher der an Menge in einer gemengten krystallinischen Felsart hervorragende Gemengtheil einen wesentlichen Einfluß auf die Art des Gefüges von einem Gesteine aus. Aber nicht blos auf das Gefüge, sondern überhaupt auch auf die Felsbildung, Verwitterung und Bodenbildung, kurz auf die ganze Natur einer Felsart ist ein solcher Hauptgemengtheil von dem

größten Einflusse. Man kann deßhalb auch diese Hauptgemengtheile recht gut benutzen, um die sämmtlichen gemengten krystallinischen Felsarten in Gruppen abzutheilen, durch welche die Untersuchung und Bestimmung der einzelnen Arten sehr erleichtert wird.

§. 40. Gruppen der gemengten Felsarten. — Unter denjenigen Mineralien, welche als Hauptgemengtheile von Felsarten auftreten, machen sich hauptsächlich bemerkbar: die Feldspathe, Glimmerarten, Hornblenden und Augite. Je nachdem nun die eine oder die andere dieser Mineralarten in dem Gemenge einer Felsart vorherrscht, kann man folgende vier Gruppen der letzteren unterscheiden:

1. Gruppe. **Feldspathreiche Gesteine.**	2. Gruppe. **Glimmerreiche Gesteine.**	3. Gruppe. **Hornblendereiche Gesteine.**	4. Gruppe. **Augitische Gesteine.**
Ein kieselsäurereicher Feldspath erscheint im Verband theils mit Quarz, theils mit Quarz und Glimmer, theils mit Hornblende, aber nie mit Augit. Vorherrschend weißlich, röthlich od. grau- bis rothbraun. Verwitterungsrinde ist gelblicher oder weißer Thon.	Glimmer oder Chlorit im Verbande theils mit Quarz, theils mit Quarz u. Feldspath, wozu oft noch Hornblende kommt. Schiefriges bis blätteriges Gefüge. Auf den Tafelflächen metallisch glänzend oder auch graugrün bis schwarz. Verwitterungsrinde ockergelber bis rothbrauner Thon oder Lehm.	Schwarze Magnesiahornblende im Gemenge mit Oligoklasfeldspath, bisweilen auch mit Glimmer. Vorherrschend schwarz und weiß gefleckt oder einfarbig grüngrau bis schwarz. Verwitterungsrinde schmutzig gelbliche Thonsubstanz.	Kalkhornblende, Augit, Diallag oder Hypersthen im Gemenge mit einem kieselsäurearmen, kalkhaltigen Feldspath und oft auch mit Magneteisen oder mit Granat aber nie mit Quarz. Vorherrschend sehr dunkel gefärbt. Verwitterungsrinde weiß oder lederbraun und meist mit Säure brausend.

a. Arten der einzelnen Gruppen.

§. 41. Die Feldspathreichen Felsarten. — Wie eben angegeben worden ist, so rechnet man zu diesen Felsarten alle diejenigen Gesteine, in deren Gemenge ein, gewöhnlich weißer, gelblicher, röthlicher bis rothbrauner, bis-

bisweilen auch grünlich- oder weißgrauer, kieselsäurereicher und kalkarmer Feldspath, sei es nun Orthoklas, Oligoklas oder Sanidin, der vorherrschende Gemengtheil ist. Die mit diesem Hauptgemengtheile verbundenen Mineralien sind in der Regel Quarz, Glimmer oder gemeine oder Magnesiahornblende, aber wohl nie Augit, Hypersthen oder Diallag. Je nach diesen verschiedenen Gemengtheilen nun, sowie nach ihrem verschiedenen Gefüge zerfallen die feldspathreichen Gesteine in folgende Arten:

a. Deutlich gemengte Felsarten

α) mit körnigem Gefüge. (Granitartige Gesteine):

1) Granit: Regelloses Gemenge von Orthoklas oder Oligoklas, Quarz und Glimmer, nebenbei auch oft Hornblende;

2) Syenit: Regelloses Gemenge von Orthoklas (oder Oligoklas) und Hornblende, nebenbei auch bisweilen Glimmer und auch wohl Quarz;

3) Syenittrachyt: Sanidin mit Hornblende (und oft auch mit Glimmer).

β) mit schiefrigem oder flaserigem Gefüge:

4) Gneiß: Lagenweises Gemenge von Orthoklas oder Oligoklas mit Quarz und Glimmer;

5) Granulit: Feldspathmasse, welche von Quarzlamellen durchzogen ist und oft auch Glimmerblättchen oder Granat enthält.

γ) mit porphyrischem Gefüge:

6) Felsitporphyr: Feinkörnige oder dichte, roth- oder graubraune, bisweilen auch bräunlich-weißgraue Felsit-Grundmasse, in welcher Körner und Krystalle von Feldspath (Orthoklas oder Oligoklas) und Quarz, bisweilen auch Blättchen von Glimmer eingebettet liegen.

Wie bei dem Felsite (Nr. 12) angegeben ist, so besteht die frische Grundmasse aus einem innigem Gemische von Feldspath und pulveriger Kieselsäure. Je nach der Menge dieser letzteren in der Felsitmasse zeigt sich nun die Porphyrgrundmasse bald härter und spröder, bald weicher und zäher. Hierdurch entstehen folgende Abarten des Porphyrs:

1) Hornsteinporphyr mit einer an Kieselsäure überreichen Felsitmasse, welche graulichröthlichbraun ist, sehr stark am Stahle funkt, vom Feuersteine kaum geritzt wird und gewöhnlich nur kleine, undeutliche Feldspathkrystalle und keine Quarzkörner enthält;

2) Quarzhaltiger Felsitporphyr, in dessen vom Feuerstein ritzbarer und am Stahle nur wenig funkender Grundmasse etwa 1 Theil Feldspath auf 1 Theil Kieselpulver kommt und deutliche Feldspathkrystalle nebst vielen Quarzkörnern liegen;

3) Quarzfreier Felsitporphyr, in dessen vom Feuersteine leicht ritzbarer und am Stahle sehr wenig funkender Grundmasse mehr Feldspath als Kieselpulver vorhanden ist, weshalb auch in ihr keine Quarzkörner, sondern nur Feldspathkrystalle liegen.

Außerdem unterscheidet man auch den Thonsteinporphyr, welcher aber nichts weiter als ein in voller Verwitterung begriffener, in Thon umgewandelter und wieder hart gewordener Felsitporphyr ist;

7) Syenitporphyr: Feinkörnige oder dichte, vor-

herrschend röthlichgraue, Syenitmasse, in welcher Krystalle von Hornblende und Orthoklas liegen;

8) Trachytporphyr: In einer weißlichen, graulichen oder röthlichen, undeutlich gemengten, meist porösen und rauh anzufühlenden, felsitischen Grundmasse liegen rissige, stark glasglänzende, weißliche Krystalle von Sanidin (bisweilen auch von Oligoklas) und meist auch rauchgraue Körner von Quarz, seltener schwarze Blättchen von Glimmer;

9) Phonolithporphyr: Dunkelgrünlichgraue, dichte Phonolithmasse, in welcher weiße Krystalle von Sanidin liegen. (S. unter b. den Phonolith).

b. Undeutlich gemengte Feldspathgesteine. Alle mit dichtem Gefüge.

10) Phonolith: Dichte, dunkelgrüngraue oder auch gelblichgraue, meist in Platten abgesonderte und dann beim Schlagen klingende, Masse, welche sich theilweise in Säuren löst, aus einem Gemenge von Sanidin, Nephelin und auch wohl Natrolith besteht und eine weiße Verwitterungsrinde hat;

11) Trachyt: Dichte oder poröse, rauh anzufühlende, weiß- oder dunkelgraue, bisweilen auch bräunliche, Grundmasse, welche vorherrschend aus einem undeutlichen Gemenge theils von Sanidin und Quarz, theils von Sanidin und Oligoklas besteht und häufig die Grundmasse des Trachytporphyrs (s. Nr. 8) bildet:

12) Felsit: Dichte, weißgraue, grau- oder rothbraune Masse, welche aus einem innigem Gemische von Feldspath und Quarzpulver besteht und häufig die Grundmasse des Felsitporphyrs (s. Nr. 6) bildet.

§. 42. Arten der glimmerreichen Felsarten. — Alle hierher gehörigen Felsarten enthalten als vorherrschenden Gemengtheil Glimmer oder statt dessen Chlorit, Talk, blättrigen Eisenglanz oder auch wohl Graphit, kurz ein in Blättern, Lamellen oder Schuppen auftretendes und darum mehr oder weniger parallele Lagen bildendes Mineral, woher es auch kommt, daß diese Felsarten alle ein mehr oder weniger vollkommenschiefriges, blättriges oder flaseriges Gefüge zeigen. Neben dem Glimmer oder seinen Stellvertretern machen sich in den hierher gehörigen Gesteinen als Gemengtheile noch bemerklich Quarz, Feldspath (Ortho- und Oligoklas) und Hornblende, bisweilen auch noch Eisenglanzschüppchen. Je nach dem Hervortreten des einen oder anderen dieser Gemengtheile machen sich folgende Arten bemerklich:

a. Deutlich gemengte Felsarten.

1) Gneiß: Eben- oder wellenschiefriges oder flaseriges Gemenge von Glimmer, Feldspath und Quarz (s. Feldspath reiche Gesteine Nr. 4).

2) Glimmerschiefer: Ein entweder nur aus Glimmerblättern oder aus abwechselnden Lagen von Glimmer und Quarz bestehendes, theils eben und vollkommen, theils uneben und welligschiefriges, Gestein;

3) Chloritschiefer: Grau- oder blaugrünes, vollkommen oder unvollkommen schiefriges, entweder nur aus Chlorit oder aus diesem und Quarz bestehendes Gestein.

b. Undeutlich gemengte Felsarten:

4) Thonschiefer: Meist vollkommen schiefriges und sich in ebene, — häufig schiefvierkantige — Tafeln spaltendes, schwarzblaues, dunkelblaugrünes oder auch wohl rothbraunes Gestein, welches aus einem, in der Regel ganz undeutlichen Gemenge von Glimmer-, Chlorit-, Quarz-, Feldspath- und Hornblendetheilchen besteht und je nach der größeren

oder kleineren Menge von Quarz (Kieselschiefer) oder Feldspath bald härter bald weicher erscheint.

§. 43. Arten der hornblendereichen Felsarten. — Theils deutlich, theils undeutlich gemengte und im ersten Falle gewöhnlich schwarz und unrein weiß gefleckte, im zweiten Falle aber grünlichgrau, grau- bis schwarzgrün gefärbte Felsarten, in welchen schwarzgrüne oder schwarze Magnesiahornblende als Hauptgemengtheil sich im Gemenge mit graulich-, grünlich- oder blaulichweißem Oligoklas befindet, häufig aber auch schwarzer Glimmer als Nebengemengtheil auftritt. Die hierher gehörigen Felsarten, deren undeutlich gemengte Arten oft zu den sogenannten Grünsteinen gerechnet werden, haben häufig viel Aehnlichkeit mit mehreren Arten der folgenden Gruppe, so mit dem Kalkdiorit, Melaphyr und Diabasgrünstein, aber sie unterscheiden sich namentlich durch ihre schmutzig gelbliche, keinen Kalk haltige und darum auch nicht mit Säuren aufbrausende Verwitterungsrinde von den letzteren. Es gehören zu ihnen

1) der deutliche gemengte, körnige Diorit und dickschiefrige Dioritschiefer;
2) der undeutlich gemengte, grünlichgraue, blaulichgrüne und schwarzgrüne, dichte Aphanit, welcher durch Aufnahme von weißen Oligoklas- oder schwarzen Hornblendekrystallen zu Dioritporphyr wird.

§. 44. Arten der augitischen Felsarten. — Vorherrschend dunkelgefärbte, — schwarzgraue, schwarzbraune oder auch grüne, — theils deutlich, theils undeutlich gemengte, Felsarten, in denen Augit oder statt dessen Kalkhornblende, Diallag oder Hypersthen sich im Gemenge mit einem kieselsäurearmen, meist kalkhaltigen, Feldspath (Kalk-Oligoklas, Labrador oder Anorthit) oder statt dessen mit Nephelin befindet und außerdem Magneteisenerz, Grünerde und in einzelnen Fällen auch Granat als Gemengtheil auf-

tritt, während Quarz und Kaliglimmer wohl nie in ihnen vorkommen. — Bei ihrer Verwitterung produciren alle diejenigen unter ihnen, welche Feldspath, Augit oder Kalkhornblende enthalten, kohlensauren Kalk, woher es auch kommt, daß ihre an sich gewöhnlich durch Eisenoxydhydrat lederbraun gefärbte Verwitterungsrinde und überhaupt ihre verwitternde Masse in der Regel mit Säuren aufschäumt. Die aus ihnen entstehende, meist sehr fruchtbare Erdkrume besteht daher vorherrschend aus ockergelbem, mergeligen Thon oder auch eisenschüssigem Mergel. Zu ihnen gehören folgende Arten:

I. Feldspathhaltige.

a) Kalkhornblendehaltige, meist undeutlich gemengte, graugrüne, schwarzbraune oder schwarze, Gesteine, deren Verwitterungsrinde zuerst violett schillernd und zuletzt unrein rothbraun ist.

1) Kalkdiorit: Meist deutliches, körniges Gemenge von Kalkhornblende und Kalkfeldspath (Anorthit); oft auch Kalkspath und schwarzen Glimmer enthaltend;

2) Melaphyr: Vorherrschend undeutliches, schwarzes oder schwarzbraunes, Gemenge von Kalkhornblende und Kalkoligoklas (oder statt dessen Labrador oder auch Anorthit), aber nicht selten auch Eisenspath oder Grünerde enthaltend. Je nach seinem Gefüge unterscheidet man: dichten Melaphyr; Melaporphyr, welcher in schwarzbrauner, dichter Grundmasse Labrador- oder Anorthittäfelchen, auch Hornblende-(Uralit-)Krystalle oder auch Glimmerblätter enthält; und Melaphyrmandelstein, welcher in einer dichten, grünlich- oder röthlichschwarzen Grundmasse kleine und große Kugeln und Mandeln von Kalkspath, Grünerde, Carniol, Chalzedon oder Achat enthält.

b) Augit haltige, mit erst weißlicher, dann lederbrauner Verwitterungsrinde.

α) Grünsteine oder Diabasite: Deutlich oder undeutlich gemengte, schwarz und grau gefleckte oder unrein grün gefärbte, aus Augit, Kalkfeldspath (Labrador) und Grünerde (Eisenchlorid) bestehende und nicht selten auch Kalkspath enthaltende Felsarten, von denen man je nach ihren Gefüge unterscheidet:

1) den körnigen Diabas mit deutlichem Gemenge;
2) den schiefrigen Diabas mit undeutlichem Gemenge;
3) den dichten Diabas oder Grünstein, eine gleichartig aussehende, zähe, unrein heller oder dunkler gefärbte, grünliche Diabasmasse;
4) den Diabas- oder Augitporphyr: dichte, dunkelgraue oder grüne Diabasmasse, in welcher Krystalle von Augit liegen;
5) den Diabasmandelstein, dichte, grau- bis schwarzgrüne Diabasmasse, in welcher Kugeln und Mandeln, namentlich von Kalkspath, liegen.

β) Basaltite: Deutlich oder undeutlich gemengte, schwarz und grau gefleckte oder einfach grauschwarze Gesteine, welche aus Augit, Labrador oder statt dessen Nephelin und Magneteisenerz bestehen, weshalb auch ein Magnetstab in ihrem Pulver sich mit einem Eisenbarte bedeckt. Je nach ihrem Gefüge unterscheidet man:

1) körnigen Basalt oder Dolerit: deutlich gemengt, schwarz und grau gefleckt;
2) dichten oder eigentlichen Basalt: undeutlich gemengt, einfarbig schwarz oder schwarzgrau, oft ölgrüne Krystalle und Körner von Olivin enthaltend;
3) porphyrischer Basalt: dichte Basaltmasse,

welche Krystalle von Kalkhornblende und Augit umschließt;

4) Basaltmandelstein: dichte Basaltmasse, welche Kugeln und Mandeln namentlich von Zeolithen und Aragonit oder Kalkspath umschließt.

γ) Hyperite: Deutlich gemengte, körnige Felsarten, welche aus einem Gemenge von einem Kalknatronfeldspath und Hypersthen oder Diallag bestehen. Zu ihnen gehören:

1) Hypersthenfels, welcher oft dem Diorit ähnlich ist und aus einem körnigen Gemenge von schwarzbraunem, auf seinen Spaltflächen stark metallisch (kupferroth) glänzenden, Hypersthen und weißgrauem Labrador (oder Kalkoligoklas) besteht;

2) Gabbro, welcher oft dem Granit oder Syenit ähnlich sieht und aus einem Gemenge von unrein graugrünem oder tombackbraunen, blättrigen Diallag und grauweißem Kalknatronfeldspath (oder statt dessen aus grünlichweißem Saussurit) besteht.

II. Feldspathlose, augitische Felsarten. Zu ihnen gehört:

Eklogit: ein körniges Gemenge von grünem Diallag (oder Smaragdit) und braunrothem Granat.

B. Nähere Betrachtung der klastischen Felsarten.

§. 45. Ihr Bildungsmaterial. — Wo durch den Einfluß von mechanisch wirkenden Kräften, — so namentlich durch plötzlich wechselnde, hohe und niedere, Temperaturgrade, durch die Sprengkraft des gefrierenden Wassers oder gewaltsam sich ausdehnender Wasserdämpfe — die Massen der krystallinischen Felsarten zerschellt werden, da entsteht Fels- oder Steinschutt; wo aber durch den Einfluß von chemisch

wirkenden Substanzen die Massen der krystallinischen Felsarten oder ihres Steinschuttes zersetzt werden, da bilden sich aus den letzteren theils erdige, im Wasser schlämmbare, aber unlösliche, theils salzartige und im Wasser lösliche Producte. Jene Felsschuttmassen nun, welche theils in der Form von Felsblöcken oder von eckigen oder abgerundeten Geröllen, theils von Sandkörnern und Steinpulver auftreten, bilden ebensowohl, wie die erdigen, schlämmbaren Substanzen, welche aus der chemischen Zersetzung von krystallinischen Mineralien entstehen, das Material, aus welchem die klastischen Felsarten gebildet werden.

Das Bildungsmaterial der klastischen Gesteine besteht demnach aus:

1) roll- oder schiebbaren Felsresten, welche je nach der Größe ihrer Individuen unterschieden werden als:	2) schlämmbaren Felsresten:	3) lösbaren Mineralsubstanzen und zwar:	
		in reinem Wasser lösbaren:	in Kohlensäure haltigen Wasser löslichen:
Blöcke, Gerölle, Grus, Kies, Sand, Pulver, (Asche).	Thon, Lehm, Mergel, Brauneisenstein.	Steinsalz, Gyps.	Kalkspath, Dolomit, Eisenspath.

Von diesem Bildungsmateriale bilden die schlämm- und lösbaren nicht nur für sich allein schon Massen klastischer Felsarten, sondern auch das Verkittungsmittel der roll- und schiebbaren Felsreste, so daß es hiernach, wie bei den krystallinischen Felsarten, einfache und gemengte klastische Gesteine gibt.

I. Einfache klastische Felsarten.

§. 46. Charakter derselben. — Alle hierher gehörigen Felsarten sind aus Verwitterungssubstanzen entstanden, welche im Wasser schlämmbar sind und im trockenen Zustande theils als feste, steinartige Massen, theils als erdkrümelige oder pulverige Zusammenhäufungen auftreten. Da nun unter allen Verwitterungsproducten der krystallinischen Felsarten nur die thonartigen Substanzen vollständig schlämmbar sind, so spielt auch der Thon die Hauptrolle bei der Zusammensetzung der einfachen klastischen Felsarten, sei es nun, daß er ganz für sich allein, sei es, daß er in inniger und gleichmäßiger Untermischung mit anderen feinzertheilten und darum vom Wasser leicht fluthbaren Minaraltheilen oder auch mit schlämmbaren Verkohlungssubstanzen von organischen Resten auftritt. Die so hauptsächlich aus Thon gebildeten Felsarten zeigen sich entweder dicht oder schieferig; das Letztere zumal dann, wenn der Thon untermischt ist mit Substanzen, welche von Natur Blättchen und Schiefer bilden, wie z. B. Glimmer, Eisenglanz und kohlige Theile. Wenn abwechselnd Sonnenhitze und Regen oder auch Frost auf sie einwirkt, so zerplatzen sie nach und nach in ein Haufwerk von kleinen scharfkantigen Stückchen, die sich dann weiter in Schieferstückchen zertheilen und zuletzt in eine krümmliche oder staubigerdige Masse zerfallen.

Ihre Hauptlagerorte befinden sich im Gebiete der Conglomerate, Sand- und Kalksteine, ja in den meisten Fällen bildet ihre Masse das Bindemittel der unter ihren Schichten lagernden Sandsteine und Conglomerate.

§. 47. Arten derselben. — Zu den einfachen klastischen Gesteinen gehören namentlich:

1) Schieferthon: Steinharte, gewöhnlich ockergelbe, braunrothe, rauchbraune oder schwarzgraue, Thonmasse, welche

um so vollkommener schiefrig erscheint, je mehr Glimmer-, Eisenglanz- oder Kohlenschüppchen sie beigemengt enthält. Begierig Wasser einsaugend und doch gleich wieder trocken erscheinend; darum auch stark an der feuchten Lippe klebend. Beim Anhauchen einen unangenehmen, dumpfen Ammoniakgeruch zeigend. — Je nach seinen Beimischungen unterscheidet man:

a) gemeinen Schieferthon: weißgrau oder ockergelb nur unvollkommen schiefrig;

b) kohligen Schieferthon: schwarzgrau, um so vollkommener schiefrig, je mehr er Kohlentheilchen beigemengt enthält. Beim Glühen lichter und grauweiß oder braunroth werdend. — Oft so reich an Kohlentheilchen, daß er beim Erhitzen brennt und auch wohl einen erdpechähnlichen Geruch entwickelt (Brand- und Kohlenschiefer).

c) Eisenschüssigen Schieferthon: Braunroth, von Eisenoxyd durchzogen, welches oft an den Schieferplatten eisenschwarze Spiegelüberzüge bildet; häufig aber auch viel eisenfarbige Glimmerschüppchen enthaltend und dann vollkommen schiefrig. Beim Glühen zwischen Kohlen eisenschwarz werdend und dann oft auf die Magnetnadel einwirkend. — An diese Abart des Schieferthons schließt sich an:

2) Thoneisenstein: ein ockergelbes, kastanienbraunes, rauchbraunes oder braunrothes Gemisch von pulverigem Eisenoxydhydrat oder Eisenoxyd mit Thon, in welchem jedoch die Menge des Eisens vorherrscht. Bisweilen erscheinen in demselben kleine, abgerundete Körner von Braun- oder Rotheisenstein verkittet durch ein thoniges Bindemittel (Eisenrogenstein oder Eisenoolith), so daß die ganze Masse einem Haufen von kleinen Schroten oder von grobem Schießpulver, welcher durch Thonschlamm zusammengebacken ist, gleicht.

3) Schieferletten oder Lettenschiefer: ein durch Eisenoxyd braunroth oder durch kohlige Beimischungen schwarzgrau gefärbter und mit Kieselmehl oder auch mit pulverigem Quarz untermischter Thon oder Lehm, dessen Masse in Folge ihrer kohligen Beimengungen dünnblätterig ist.

4) Mergel und Mergelschiefer: Vgl. hierzu §. 22 in der Beschreibung der krystallinischen Mineralien, unter denen der Mergel und seine Abarten wegen seiner Verwandtschaft mit dem Kalk und Dolomite schon näher beschrieben worden. Ebendaselbst ist auch schon erwähnt worden:

5) der Gypsthon oder Gypsmergel.

II. Gemengte klastische Felsarten.

§. 48. Bildung und Charakter derselben. — Wenn Wasser, welches feinzertheilte Mineralsubstanzen geschlämmt oder gelöst enthält, zwischen losen Anhäufungen von Geröllen oder Sand durchfließt oder auch über denselben ruhig stehen bleibt, so setzt es nach und nach alle die in ihm vorhandenen erdigen oder pulverigen Substanzen, ja bei seiner Verdunstung auch die in ihm gelösten salzigen Mineralien zwischen den einzelnen Geröllen und Sandkörnern ab. Werden nun durch diese Abscheidungen alle Räume, Lücken und Canäle zwischen den genannten Steintrümmern so ausgefüllt, daß diese letzteren allseitig von den aus dem Wasser sich abscheidenden Substanzen berührt und umhüllt werden, so werden auch alle die von ihnen berührten Felstrümmer beim vollständigen Austrocknen aller ihrer Theile zu fest zusammenhängenden Felsmassen verkittet. Die auf diese Weise entstehenden gemengten klastischen Felsarten bestehen demnach zunächst aus großen und kleinen Gesteintrümmern, sodann aus einer zwischen ihnen befindlichen Masse, durch welche sie zum Ganzen zusammengekittet werden — sind also

mit anden Worten: zu festen Felsarten zusammengekittete Gesteintrümmer.

Bei der Bestimmung dieser Klasse von Felsarten hat man daher auch zweierlei in's Auge zu fassen, nemlich einerseits die zusammengekitteten Felstrümmer und andererseits den sie zusammenhaltenden Steinkitt.

a) Was nun zunächst die Felstrümmer betrifft, so kann man sie einerseits nach ihrer Größe und andererseits nach ihrer mineralischen Art unterscheiden.

α) Je nach der Größe ihrer Trümmer theilt man dann weiter die gemengten klastischen Gesteine ein:

1) in Conglomerate (oder wenn die Trümmer frisch und scharfkantig sind: in Breccien), wenn die Trümmer wenigstens die Größe von Haselnüssen haben;

2) in Sandsteine, wenn die zusammengekitteten Trümmer höchstens die Größe von Erbsen besitzen.

β) Je nach der mineralischen Art ihrer Trümmer aber unterscheidet man:

1) einfach gemengte Trümmergesteine, wenn die zusammengekitteten Trümmer alle von einer und derselben Mineral- oder Felsart abstammen, z. B. nur von Quarz oder nur von Granit;

2) vielfach gemengte Trümmergesteine, wenn die in einem Gesteine zusammengekitteten Trümmer zugleich von Gesteinen verschiedener Art, z. B. zugleich von Quarz und Granit, oder von Kalkstein, Serpentin und Chloritschiefer herrühren.

b) Was nun ferner die Natur des Bindemittels der gemengten klastischen Felsarten betrifft, so kann sich dasselbe entweder aus dem Schlamme oder aus den Lösungen in einem Gewässer gebildet haben.

α) Alle die aus dem Schlamme von Gewässern abge-

schiedenen Arten des Bindemittels sind klastischer Natur. Zu ihnen gehören z. B. Thon Lehm, Mergel, Eisenoxydhydrat und die vulkanische Asche. Die durch sie gebildeten Felsarten nennt man ganz klastische.

β) Dagegen bestehen die aus wirklichen wässerigen Lösungen gebildeten Arten des Bindemittels aus krystallinischen Mineralien, z. B. aus Kalkspath, Dolomit, Eisenspath oder erhärteter Kieselsäure (Opal). Alle die durch sie gebildeten klastischen Felsarten nennt man daher auch halbklastische oder auch krystallinisch-klastische.

§. 49. Gruppen und Arten der gemengten klastischen Felsarten. — Wie im vorigen §. gezeigt worden ist, so lassen sich alle hierhergehörigen Felsarten je nach der Größe der in ihrer Masse vorhandenen Trümmer eintheilen .in Conglomerate und Sandsteine. Jede dieser beiden Ordnungen kann man dann weiter in Gruppen und Arten zertheilen, einerseits je nach der Art ihrer Gesteinstrümmer und andererseits je nach der mineralogischen Beschaffenheit ihres Bindemittels. Durch dieses alles erhält man folgende Gruppen der gemengten klastischen Felsarten:

I. Ordnung: Conglomerate: Die in ihnen vorhandenen Trümmer haben wenigstens die Größe einer Haselnuß. Ihre Arten werden in der Regel nach der mineralischen Art der in ihnen liegenden Trümmer bestimmt, so daß also ein Conglomerat, welches nur Granittrümmer enthält, Granit-Conglomerat, und ein anderes, welches z. B. zugleich Granit- und auch Quarztrümmer besitzt, Quarz-Granit-Conglomerat genannt wird. Je nach der Beschaffenheit ihres Bindemittels zerfallen sie in folgende Gruppen:

1. Gruppe: Eigentliche Conglomerate, deren Bindemittel aus erhärtetem Erdschlamme, z. B. aus Thon, Lehm, Mergel oder Brauneisenstein besteht;

2. Gruppe: **Breccien** oder **Vulkantuff-Conglomerate**, deren Bindemittel aus zusammengekitteter vulkanischer Asche besteht;
3. Gruppe: **Tuff-Conglomerate** oder **Tuffe**, deren Bindemittel aus krystallinischer Mineralmasse, z. B. Kalk, Dolomit, Eisenspath oder Opal besteht.

Demgemäß würde also ein Conglomerat, welches z. B. Kalk zum Bindemittel hätte und Quarzbrocken enthielte, **Quarz-Tuff-Conglomerat**, oder ein Conglomerat, welches basaltische Asche zum Bindemittel hätte und Basalt-Trümmer zeigte, **Basaltbreccie** sein.

II. Ordnung: **Sandsteine**: Ihre Trümmer sind höchstens erbsengroß und bestehen in den meisten Fällen aus eckigen oder abgerundeten **Körnern von Quarz**, seltener von Feldspath; sie werden daher in der Regel nach der Art ihres Bindemittels benannt. Demgemäß unterscheidet man bei ihnen:

a) **gewöhnliche Sandsteine** und unter ihnen wieder:
   1) **Kaolinsandstein** mit Kaolin oder Porzellanerde als Bindemittel;
   2) **Thonsandstein**, dessen Bindemittel aus gemeinem oder eisenschüssigem Thon besteht;
   3) **Kohlensandstein** mit kohlen- oder bitumenreichem, thonigem oder mergeligen Bindemittel. Zu ihm gehört auch der **bituminöse** Sandstein.
   4) **Mergelsandstein** mit gemeinem oder bituminösen mergeligen Bindemittel;
   5) **Eisensandstein** mit einem Bindemittel von Brauneisenstein.

b) **vulkanische Tuffe** mit einem, aus erhärteter Vulkanenasche bestehenden, Bindemittel. Je nachdem nun die Asche aus zerstampften Diabas, Porphyr, Melaphyr,

Trachyt oder Basalt besteht, unterscheidet man Diabas-, Porphyr-, Melaphyr-, Trachyt-, Phonolith und Basalttuff. Sehr gewöhnlich enthalten diese Tuffe theils hirsen- bis erbsengroße abgerundete Körner, theils wallnuß- bis kopfgroße, meist auch abgerundete, Gerölle von denselben Felsarten, aus denen die sie zusammenkittende Asche selbst besteht; hiernach unterscheidet man bei ihnen wieder Tuffsandsteine und Tuff-Conglomerate. — Ihre Lagerorte befinden sich in der Regel in der nächsten Umgebung derjenigen gemengten krystallinischen Gesteine, aus deren Zertrümmerung das Bildungsmaterial für die Tuffe entstanden ist; gewöhnlich bilden dann diese Tuffe die unmittelbare Decke oder den Mantel der Abhänge von ihren Muttergesteinen.

II. Capitel.

Ueber die allgemeinen Ablagerungsorte und Formationen der Felsarten.

§. 49 a. Verschiedenheit der Ablagerungsorte nach der Entstehungszeit der Felsarten. — Jede der im vorigen Capitel angegebenen Felsarten nimmt in dem Gemäuer der Erdrinde einen bestimmten Platz oder Lagerraum ein und befindet sich an diesem mit einer oder mehreren anderen Felsarten in einem bestimmten Verbande. Diesen Platz nun nennt man den Lagerort oder die relative Lagerstätte einer Felsart; ihre Verbindung aber mit anderen, unter oder über ihr lagernden, Erdrindemassen bildet ihre Lagerungsverhältnisse. — Dem oberflächlichen Beobachter nun erscheinen diese letzteren ganz zufällig; wer aber eine und dieselbe Felsart an verschiedenen Orten der Erdoberfläche nach den mit ihr im Verbande stehenden Gesteinsarten sorgfältig untersucht, der wird gar bald finden,

daß die Lagerungsbeziehungen einer jeden Felsart im großen Ganzen bestimmten Gesetzen unterliegen. So z. B. wird bei normaler Entwicklung der Erdrinde das Steinsalz stets zwischen Thon, Anhydrit und Gyps, der Mergel vorherrschend zwischen Dolomit und Kalkstein oder kalkigen Sandstein, der Granit und Syenit hauptsächlich im Gebiete des Gneißes, Glimmer- und Thonschiefers, der Felsitporphyr vorzüglich am Rande der Gebirge in der Gesellschaft des Melaphyrs und im Gebiete der Steinkohlen und des Rothliegenden u. s. w. seinen Lagerraum haben. Die Ursache von dieser Gesetzmäßigkeit liegt in der Entstehungs- und Entwickelungsweise der Erdrinde.

Wie allbekannt ist, so haben sich die einzelnen Ablagerungsmassen der Erdrinde in verschiedenen, auf einander folgenden, Zeiträumen nach und nach gebildet und zwar in der Weise, daß nach der Ablagerung je einer Erdrindemasse oft ein langer Zeitraum verging, ehe sich eine neue solche Rindenmasse entwickeln konnte. Nun gibt es, wie wir im vorigen Capitel gesehen haben, je nach ihrer Bestandesmasse zweierlei Felsarten, nemlich krystallinische und klastische. Die krystallinischen, und namentlich die gemengten, Felsarten bilden im Allgemeinen das Magazin, aus welchem sich die Natur durch den Verwitterungsproceß das Material verschaffte, um die verschiedenen, Thon, Mergel oder Kalk enthaltenden, klastischen Gesteine zu bilden. Demgemäß mußten also auch alle diejenigen krystallinischen Felsarten schon vorhanden sein, welche in ihren Mineralgemengtheilen soviel Kieselsäure, Thonerde und auch Kalkerde enthielten, daß sich bei ihrer Zersetzung aus ihnen Thon oder Mergel oder auch Kalkstein entwickeln konnte. Dieses ist nun z. B. der Fall bei allen denjenigen gemengten krystallinischen Felsarten, welche einen kieselsäurereichen Feldspath und Glimmer oder auch gemeine Hornblende enthalten, so beim Gneiß, Glimmer- und Urthon-

schiefer, Granulit, Granit, Syenit, Diorit und Felsitporphyr. Aber unter diesen Felsarten waren Gneiß, Glimmer- und Urthonschiefer allen Andeutungen nach die ersten und ältesten Erdrindelagen; denn sie sind auf mannichfache Weise von Unten nach Oben durchsetzt und in die Höhe gehoben vom Granit, Syenit und Diorit; sie mußten darum schon vorhanden sein, als diese letztgenannten Felsarten aus dem Erdinnern in die Höhe getrieben wurden, denn sonst hätten sie ja nicht von diesen letzteren durchbrochen und gehoben werden können. Diese Hebung der sogenannten Ur- oder Grundschiefergesteine war aber auch nothwendig für die künftige Weiterentwickelung der Erdrinde; denn wären sie unter dem, im Anfange die ganze Erdoberfläche bedeckenden, Oceane liegen geblieben, so hätte ihre Masse nicht durch brandende Meereswogen zerschellt und nicht durch die Atmosphärilien zersetzt und in Steinschutt und Thon umgewandelt werden können. Als sie nun aber über den Meeresspiegel emporgehoben worden waren, da bildeten sie die ersten Inseln der Erdoberfläche, die Gebirgsurländer, welche aus den obengenannten Felsarten bestehen und noch gegenwärtig mit ihren, durch den Zahn der Verwitterungspotenzen noch nicht zerstörten, Felsgipfeln auf die sie umgürtenden und aus ihren Trümmern entstandenen Landesmassen — wie die Urmutter auf ihre Kinder — herabblicken. — Nach allem diesen wird man also die Lagerräume des Granites, Syenites, Diorites u. s. w. vorzüglich in dem Gebiete der aus Gneiß, Glimmer- und Urthonschiefer bestehenden Gebirge zu suchen haben; aber ebenso wird man nach allem dem die, aus der Zertrümmerung oder Zersetzung der ebengenannten Urfelsarten hervorgegangenen, Erdrindemassen theils auf theils in der nächsten Umgebung dieser Urgebirgsinseln abgelagert finden und dabei zugleich beobachten, daß die Grundmassen dieser Ablagerungen aus geschlämmten oder halbzersetzten Glimmer- oder Urthonschie-

fern (der sogenannte Grauwacke-Thonschiefer) und aus Conglomeraten und Sandsteinen bestehen, welche in einer geschlämmten und wieder fest gewordenen Urthonschiefermasse Trümmer nur von den obengenannten Urgebirgsfelsarten enthalten. Ihrer Entstehung gemäß mußten nun aber die so entstandenen neuen Erdrindemassen anfangs ebenso, wie die Urschiefer sich auf dem Grunde des Oceans befinden und erst dann über die Oberfläche desselben hervortreten, als sich neue vulkanische Massen aus dem Erdinnern empordrängten und die neugebildeten Erdrindemassen hoben und an vielen Orten auch durchbrachen. Die in dieser Weise gebildeten und theils über theils um die Urinseln herum hervortretenden Landesbildungen sind es, welche gegenwärtig die aus Thonschiefern und vorherrschend grauen Sandsteinen bestehende und vorzüglich von Graniten, Diabasen, Dioriten, Gabbro u. s. w. durchbrochene Grauwacke-Formation zusammensetzen. Die Massen dieser neuen Landesgebiete wurden indessen nicht allein durch den Schutt der zerstörten Urinselmassen geschaffen, sondern auch durch die Reste von Organismen. Zu derselben Zeit nemlich, in welcher sich die obengenannten Grauwackegebilde auf dem Meeresgrunde niedergeschlagen hatten, erwachten auch die ersten Pflanzen und Thiere in der oceanischen Fluth, von den letzteren namentlich gewaltige Mengen Korallen bauender Polypen, Strahlthiere (Seeblumen) und Conchylien. Und aus den zerschellten und zu Pulver zerriebenen Kalkgehäusen dieser Thiere entstanden nun die ersten Kalksteinablagerungen, der sogenannte Uebergangs- oder Grauwackekalkstein, dessen, oft höhlenreiche und an manchen Orten mit zahlreichen versteinten Korallen- und Conchylien untermengte, Felsriffe noch gegenwärtig die Thäler der Grauwackegebiete beengen und auch zieren. —

Wie nun die Glieder der Grauwackegebiete in ihren

Hauptmassen aus der Zerstörung der Urschiefer, vorzüglich des Urthonschiefers, entstanden sind, so haben sich nun wieder aus der Zertrümmerung der Grauwacke-Ablagerungen, aber auch noch der Urschiefer, vorzüglich des Glimmerschiefers, da, wo dieser letztere noch den Wogen des Oceans preisgegeben war, neue Massen von klastischen Gesteinen gebildet und sich hauptsächlich in den, tief in die Urschiefer- und Grauwackeinseln einschneidenden, Buchten abgelagert, welche die Meeresfluth staueten und zum Absatze ihres Schlammes nöthigten. Und wie in der Grauwackeformation unter dem Einflusse von Kalk absetzendenden Thierresten sich mächtige Kalkablagerungen bildeten, so erscheinen nun in diesen neuen Erdrindelagen mächtige Wälder von Farrn- und Schachtelhalmenbäumen, von Lebensbäumen und anderen Zapfenbäumen, von Palmen u. s. w. vergraben und als die Bildungsmittel der allbekannten und allgesuchten Steinkohlenlager. Aber ebenso wie die Ablagerungsmassen der Grauwacke, so wurden auch die neugebildeten Erdrindemassen wieder durch vulkanische Eruptionen mannichfach verschoben und so lange gehoben, bis sie über den Spiegel des Meeres hervortraten und nun nicht nur die ehemaligen Buchten der Urschiefer- und Grauwackeinseln ausfüllten, sondern auch noch die Vorgebirge dieser Inseln bildeten. Die so entstandenen neuen Landesgebiete nun stellen gegenwärtig die Formationen der Steinkohlen und des Rothliegenden dar, die in ihrem Gebiete auftretenden Durchbruchsgesteine aber sind hauptsächlich Gabbro, Hypersthenfels, Felsitporphyr und Melaphyr.

In den, nun noch übrigen und zwischen den bis jetzt gebildeten Landesinseln befindlichen, Theilen des Oceanes entstanden im Verlaufe der nach einander folgenden Erdrindebildungsperioden noch verschiedene, außerordentlich mächtige und weit ausgebreitete Landesmassen, zu denen stets theils

die schon vorhandenen und über dem Meeresspiegel emporgehobenen Landesmassen, theils auch die gerade in einer Bildungsperiode lebenden und sterbenden Organismen das Bildungsmaterial liefern mußten. Alle die, in diesen nach einander folgenden Zeiträumen sich entwickelnden, Landesmassen mußten demnach vorherrschend aus klastischen Gesteinen, also aus Conglomeraten, Sandsteinen, Schieferthonen und Mergeln, oder aus krystallinischen, aus den Salzlösungen des Meerwassers entstehenden, Niederschlägen, so aus Steinsalz und Gyps, gebildet werden, in ganz ähnlicher Weise, wie noch in der Gegenwart in dem Becken des Oceanes Landesgebiete entstehen. Aber alle diese Landesschöpfungen konnten nur dann über dem Spiegel ihres Muttermeeres hervortreten, wenn entweder dieses letztere sich zurückzog, abfloß oder austrocknete, oder durch Erdbeben oder vulkanische Agentien, seien es nun Dämpfe oder in die Höhe drängende Steinschmelze, die auf dem Meeresboden vorhandenen Schuttablagerungen emporgehoben wurden. Nach den im Vorigen beschriebenen Erhebungen der Steinkohlen und des Rothliegenden scheinen es vorzüglich Dämpfe und durch sie hervorgerufene Erdbeben gewesen zu sein, welche alle späteren Landeserhebungen herbeigeführt haben; denn die, nach der Bildung des Rothliegenden und des mit ihm verbundenen Zechsteines entstandenen Landesgebiete zeigen nur mehr vereinzelt auftretende Durchbrüche vulkanischer Gesteine, so die basaltischen Gesteine und Trachyte, die selbst auf die Hebung der von ihnen durchdrungenen Erdrindemassen dem Anscheine nach nur wenig oder gar nicht eingewirkt haben.

§. 49 b. Die Formationen und ihre Reihenfolge. — Es ist im vorigen §. erwähnt worden, daß die verschiedenen Massen der Erdrinde theils durch Vulkane, theils durch Niederschläge im Wasser entstanden sind (vulkanische oder pyrogene [d. i. durch Feuer entstandene]

und neptunische oder hydrogene [d. i. durch Wasser entstandene] Felsarten), und in welcher Weise sich dieselben nach und nach entwickelt haben. Nach langjährigen und höchst mühevollen Forschungen ist es den Geologen geglückt, alle die verschiedenen Erdrindeablagerungen, je nach dem Zeitraume, in welchem dieselben entstanden sind, ähnlich wie die Begebenheiten in der Geschichte des Menschen, in bestimmte aufeinander folgende Perioden, Epochen und Zeitabschnitte abzutheilen und so ein gegliedertes Geschichtswerk der Erdrindebildungen von ihrem Anfange an bis zur Gegenwart zu Stande zu bringen. In dieser Erdentwickelungsgeschichte nun hat man alle diejenigen Erdrindebildungen, von denen man nach ihren Lagerungsverhältnissen und Organismenresten annehmen kann, daß sie in einem und demselben Zeitraume entstanden sind, eine Formation genannt. Bei dieser Bezeichnung, welche etwa einer geschichtlichen Periode entsprechen würde, hatte man nicht sowohl die Art der mit einander verbundenen Gesteinsablagerungen im Auge, als vielmehr die Arten der in diesen Ablagerungen vorkommenden Organismenreste (Versteinerungen oder Petrefacten), so daß es also ganz gleichgültig erschien, ob die Glieder einer solchen Formation aus Sandstein oder Kalkstein oder aus beiden zugleich bestanden, wenn nur die in diesen Gliedern vorhandenen Versteinerungen einander verwandt waren. Jede der so aufgestellten Formationen, welche wir jedoch im Folgenden nach dem alten Herkommen eine Formationengruppe nennen, theilte man nun wieder in Stufen oder Abtheilungen (Unterformationen oder nach dem alten Herkommen eigentliche Formationen) ein und bestimmte, daß jede derselben zunächst aus mehreren verschiedenartigen Ablagerungsmassen, von denen aber einige als vorherrschend bezeichnend für die einzelne Formationenstufe angenommen werden können, bestehen, sodann aber auch in allen ihren Ablagerungen Organismenreste

enthalten sollte, welche ihrer Art oder Species nach einander ganz identisch seien und in keiner anderen Formation mit derselben Art wieder auftreten sollten.

Nach allen diesen Bestimmungen stellte man nun diejenige Reihenfolge von Formationen auf, welche in dem schönen Werke von Dr. C. Zittel: „Aus der Urzeit" S. 65 näher angegeben ist, und welche auch wir in der folgenden Uebersicht (Tafel I) benutzen werden, wobei wir jedoch schon im Voraus bemerken wollen, daß diese Uebersicht hauptsächlich die Formationen Deutschlands und dabei zugleich auch die Gebiete ins Auge fassen soll, in denen diese Formationen am entwickeltsten auftreten und die aus ihren Gliedern entstehenden Hauptbodenarten vorzüglich wahrnehmen lassen.

III. Capitel.

Zertrümmerung und Zersetzung der Felsarten.

§. 50. Wesen des Verwitterungsprocesses. — Wie schon bei der Beschreibung der klastischen Gesteine angedeutet worden ist, so erleiden alle Mineralien und demgemäß auch alle aus ihnen gebildeten Felsarten im Verlaufe der Zeit mannichfache Veränderungen, sobald sie mit Kräften und Stoffen in Berührung kommen, welche zerstörend oder umwandelnd auf sie einwirken können. Die am meisten in die Augen fallenden und sowohl für die Weiterentwickelung der Erdrinde selbst, wie für das, auf der Erdoberfläche bestehende, Reich der Organismen erfolgreichsten dieser Veränderungen der Mineralienwelt sind diejenigen, durch welche die Massen dieser letzteren zertrümmert, zerkleinert und in Erdkrume umgewandelt werden, denn eben durch diese wurde in der Vorzeit alles Material zur Bildung der klastischen Gesteine geschaffen und werden in der Gegenwart und Zukunft noch alle die Massen hervorgebracht, durch welche überall da,

wo Gewässer hingelangen können, neues Land erzeugt und die öde Erdoberfläche in einen behaglichen Wohnsitz für das Pflanzen- und Thierreich umgewandelt wird.

Weil nun diese angedeuteten Umwandlungen der festen Gesteine vorzüglich durch die Witterungspotenzen hervorgebracht werden, so hat man dieselben mit dem Namen der Verwitterung belegt. Diese letztere umfaßt demnach alle diejenigen Veränderungen, welche eine Gesteinsmasse von ihrer, mit der Außenwelt in Berührung stehenden, Oberfläche aus theils durch klimatische Verhältnisse, theils durch die Bestandtheile der Atmosphäre (d. i. durch die Atmosphärilien) oder auch durch die Zersetzungsstoffe abgestorbener Organismenreste erleidet, und durch welche sie in Steinschutt und Erdboden umgewandelt wird.

a. Kräfte und Stoffe, welche den Verwitterungsproceß einleiten und ausführen.

§. 51. Die einleitenden Verwitterungspotenzen. — Die Erfahrung lehrt: 1) daß eine und dieselbe Felsart nicht an allen Orten der Erdoberfläche gleich leicht und gleich stark verwittert, daß also z. B. eine Granitmasse

a) an der Nord- (Winter- oder Schatten-) Seite eines Berges oder

b) in der Polarzone oder in der Region des ewigen Eises oder

c) an nassen, von Pflanzen dicht bewachsenen Orten

unter sonst ganz gleichen Verhältnissen weit langsamer zerstört wird, als

a) an der Süd- (Sommer- oder Sonnen-) Seite, oder

b) in der gemäßigten Zone, oder

c) an abwechselnd trocknen und feuchten, von Pflanzen bewachsenen Orten;

2) daß ferner das Gefüge einer Felsart einen großen Einfluß ausübt auf die leichtere oder langsame Verwitterbarkeit derselben, so daß z. B.

a) grobkörnige Felsarten leichter verwittern als feinkörnige oder gar dichte;

b) schiefrige Felsarten auf ihren glatten Schieferflächen weit langsamer verwittern, als auf den Flächen, an denen ihre einzelnen Schieferlagen hervortreten;

3) daß endlich sogar die Farbe nicht ohne Einfluß auf die leichtere oder schwerere Zersetzbarkeit einer Felsart ist, so daß unter sonst gleichen Verhältnissen dunkel- (braun oder grau) oder schwarzgefärbte Felsarten leichter verwittern als hell- oder weißgefärbte.

Aus allen diesen Erfahrungen ersieht man also, daß selbst eine und dieselbe Felsart sich gegen die Angriffe der Verwitterungspotenzen je nach ihrem Lagerorte und Gefüge, sowie nach der Beschaffenheit ihrer Oberfläche und Färbung verschieden empfänglich zeigen kann. Die Ursache von dieser Erscheinung nun liegt hauptsächlich in dem Einflusse, welchen der Wechsel der Temperaturen auf ein Mineral oder eine Felsart ausübt.

Es ist allbekannt, daß steigende Temperaturgrade die Massetheile eines Körpers um so mehr ausdehnen, je schneller und stärker dieselben die Wärmestrahlen der Sonne in sich aufzunehmen vermögen; ebenso aber weiß man, daß die, durch die Wärme ausgedehnten und an Volumen größer gewordenen Massetheile wieder um so mehr sich zusammenziehen und an Volumen kleiner werden, je schneller und je mehr die von ihnen aufgenommene Wärme aus ihnen wieder entweicht.

Tafel I.

Reihenfolge und Ablagerungsgebiete der Erdrindeformationen Deutschlands.

Zu Seite 162.

Formations-gruppe.	Formationsstufen.	Hauptglieder der einzelnen Formationen.	Allgemeine Verbreitungsgebiete der Formationengruppen.	Durchbruchs-Gesteine.	Hauptbodenarten in den einzelnen Formationen.
Alluvial-formationen.	Erdrindebildungen der Gegenwart.	Zerstörungsproducte der Felsmassen. — Erdbodenarten. — Stein- und Sandschutt. — Torf- und Humusbildungen. — Marschen. — Dünenbildungen. — Raseneisensteine.	Ueberall, wo die Verwitterungspotenzen und der Temperaturwechsel wirthschaften und wo die Gewässer der Erdoberfläche abspülen, schlämmen, schwemmen, und absetzen können.	In Deutschland keine, aber im oder am Meere, auf Inseln u. Halbinseln: Laven. — Schlacken. — Bimsteine. — Asche.	In den Gebirgsländern vorherrschend Verwitterungsboden, welcher je nach der Art seiner Muttergesteine zwar verschieden, aber vorherrschend sandig lehmig oder kalkig thonig ist. — In den Hügel- und Ebenenländern dagegen vorherrschend Schwemmboden und als solcher theils sandreich, theils lehm- oder mergelreich, theils thonreich; in ehemaligen Seebecken: humusreich bisweilen auch moorig.
Diluvial-formationen. (Quartäre F.)	Erdrindebildungen der vorgeschichtlichen Vergangenheit.	Vorherrschend durch mächtige Wasserfluthen oder auch durch Gletscher abgesetzte Schuttmassen. Blöcke- und Sandablagerungen; Thonlager; fetter Lehm; Mergel und Kalktuffbildungen.	In großen Gebirgsmulden; weiten Thälern; Tiefländern — hauptsächlich da, wohin gegenwärtig die Gewässer nicht mehr gelangen können.	Manche Basalte, Phonolithe und Trachyte mit ihren Tuffen und Conglomeraten.	Da die hierhergehörigen Bodenarten vorzüglich durch Schlämmung entstanden sind, so erscheinen sie mehr oder weniger ausgelaugt an Salzen; der Thon und Lehm ist fetter und schmieriger, im Uebrigen aber den Alluvialbodenarten ähnlich.
Tertiäre oder Braunkohlen-formationen.	I. Neogene oder jüngere Braunkohlen-formation.	Weiche, mürbe, blaugraue oder weiße Mergel und Mergelschiefer; thonige Kalksteine; glimmerreiche, graue, weiche Sandsteine.	In ehemaligen, von Flüssen durchzogenen, Binnenseeen, namentlich im Gebiete der jüngeren Kalksteinformation, z. B. im Oeninger Becken am Rhein-Bodenseegebiet.	Am meisten Basaltgesteine; außerdem Phonolithe und auch Trachyte.	Da, wo die Braunkohlenformationen zu Tage treten, bilden sie vorzüglich theils dunkelgefärbte, fette oder feinsandige Thon- und Lettenlager, theils dunkelgraue, oder auch ockergelbe, sandige Mergelboden, bisweilen aber auch von Geröllen durchzogene kalkig mergelige Bodenablagerungen. Nicht selten tragen diese Bodenarten das Gepräge alten, verrotteten Teichschlammes an sich. Da endlich, wo Basalte auftreten, machen sich äußerst fruchtbare, erdbraune Mergelbodenarten bemerklich.
	II. Miocäne oder mittlere Braunkohlen-formation.	Gerölle und glimmer- oder kohlenhaltiger, feiner Sand, sandiger und fetter Thon, sandiger Kalkstein, Plattenkalkstein; grauer, kohliger Sandstein; Braunkohlenlager. — Kalkige Conglomerate.	In ehemaligen Binnenseeen, welche von Strömen durchflossen wurden, so am Rhein, Main, Donau und Elbe; in Norddeutschland zu beiden Seiten der Saale, Elster, Spree, Havel, Elbe und Oder.		
	III. Eogene oder ältere Braunkohlen-formation.	Kalkige oder mergelige, graue oder braune Sandsteine, bituminöse Schieferthone, Mergelschiefer und Plattenkalksteine.	Ebenfalls in ehemaligen Binnenseeen, so namentlich am nördlichen Fusse der Kalkalpen, z. B. in Glarus, in Tyrol bei Häring, in Bayern am Chiemsee u. s. w.		
Kreide-formationen.	I. Obere Kreideformation. (Senon- und Turonform.)	Weiße oder hellgefärbte, oft auch grüngefärbte kalkige oder kieselige Sandsteine (Grün- und Quadersandstein); hellgefärbte Kalkmergel (Plänerkalk); Kreide; außerdem loser weißer Sand.	Zwischen dem deut. Mittelgebirge und dem norddeutschen Tieflande eine Zone bildend, deren Sandsteine in mauerförm. Massen das Elbsandsteingebirge und die Teufelsmauer bilden, während die Kreide vorzüglich am Meere (z. B. Rügen) auftritt.	Basaltgesteine, Phonolithe. (Selten Durchbruchsgesteine.)	Die Landesgebiete, welche von den Gliedern der Dyas- bis Kreideformation zusammengesetzt werden, bilden die Hauptheimath einerseits der eigentlich sandig lehmigen, sandig thonigen und sandig kalkigen, andererseits der kalkig thonigen, kalkig lehmigen, thonig kalkigen und mergeligen Bodenarten und zwar in der Weise, daß die eben genannten Bodenarten auf den Höhenplateaus und den Berggehängen am ausgebildesten, in den zwischen den Bergen gelegenen Thälern und Ebenen theils durch einander gemischt, theils schichtweise über einander gelagert erscheinen. — Im Besondern sind: 1) Die vorherrschend aus Kalksteinen bestehenden Formationen die Hauptheimath der thonig kalkigen, so namentlich die Jura- und Kreideformation, und der kalkig thonigen Bodenarten, so namentlich die Lias-, Muschelkalk- und Zechstein-Formation; während Mergelbodenarten in allen Formationen, welche aus abwechselnden Kalkstein- und Thonschichten oder aus Wechsellagerungen von kalkigen und mergeligen Sandsteinen und Thonschichten bestehen, vorkommen. Unter diesen Mergelarten erscheinen a) die kalkigen Mergelarten, und oft auch noch mit Sand untermischt, am meisten in der Kreide- und oberen Juraformation; b) die dolomitischen Mergelarten am meisten in der oberen Jura- und oberen Keuperformation; c) die gemeinen Mergelbodenarten am häufigsten im Gebiete des Lias und Muschelkalks; d) die Gypsmergel- und Thonmergelbodenarten vorzüglich im mittleren Keuper- und oberen Buntsandsteingebiete; e) die bituminösen Mergel in der unteren Lias- und mittleren Zechsteinformation, in letzterer aber oft mit Sand und Geröllen untermengt. 2) Die vorherrschend aus Sandsteinen bestehenden Formationen liefern stets sandige — und zwar je nach dem Bindemittel derselben bald sandig thonige oder lehmige, bald sandig kalkige — Bodenarten. Unter diesen enthalten a) die sandigen Bodenarten der jüngeren Sandsteinformationen vorherrschend Quarzkörner und verhältnißmäßig wenig Erdkrume; b) die sandigen Bodenarten der älteren Sandsteinformationen neben Quarzkörnern auch noch Feldspath- und Hornblendekörnchen, Glimmerblättchen und Verwitterungsgrus, außerdem auch ziemlich viel Erdkrume.
	II. Untere Kreideformation. (Cenoman-, Gault- und Neocomformation.)	Feinkörnige, hellgefärbte, seltener braunrothe Sandsteine oder auch loser Sand; blaulichgrauer oder brauner, oft schiefriger Thon, sandiger Kalkstein.	Wie die vorige am Nord- und Westrande des Mittelgebirges nach dem Tiefland zu eine hügelige Landeszone (z. B. in Westphalen, Teutoburger-Wald, Harz, am Grünten in Bayern und in Vorarlberg) bildend.		
	III. Wealdenformation. (Tithonformation.)	Vorherrschend durch kohlige Theile dunkelgefärbte Schieferthone, Mergelschiefer und Kalksteine; zwischen ihnen lockere Sandsteine und einzelne Steinkohlennester.	Mulden in der Umgebung des Teutoburger Waldes und im Königreich Hannover ausfüllend, wahrscheinlich im Gebiete ausgetrockneter Binnenseeen.		
Jura-formationen.	I. Obere oder weiße Juraformation. (Portland-, Kimmeridge-, Coralrag- u. Oxfordform.)	Von oben nach unten: Gelblicher Plattenkalk (Lithographenstein), weißlicher Kalkstein und Dolomit; heller Rogenkalk und dunkler Mergelkalk; thonige Kalksteine und grauer Mergel.	Die steilansteigenden Kalkplateaus und zerrissenen Felsriffe des schwäbischen und fränkischen Jura; außerdem die Bergreihen in der Weserkette darstellend.		
	II. Mittlere oder braune Juraformation (Dogger).	Von oben nach unten: Fette, dunkle Thone; rothbraune rogensteinartige Thone; dunkle Mergel und Kalksteine; braune Sandsteine; braune Eisenrogensteine; schwarze Schieferthone.	Mit dem über ihnen lagernden weißen Jura den Wall des schwäbischen und fränkischen Jura, sowie die Wallberge der Porta westphalica bildend.		
	III. Untere oder schwarze Juraformation (Lias).	Von oben nach unten: Graulichgelbe oder lichtgraue Kalkmergel und Mergelschiefer; dunkle Thone und graue Kalkmergel; bituminöse Schieferthone, thonige Kalksteine und Mergelsandsteine.	Ehemalige Meeresbuchten mit hügeligem Bergland ausfüllend, so z. B. am Fuße der fränkischen und schwäbischen Alp; in Norddeutschland mehr inselförmig am Süntel, im Leinethal, am Nordrande des Thüringer Waldes bei Eisenach und Gotha.		
Trias-formationen.	I. Keuperformation.	Von oben nach unten: Theils kieselige oder mergelige Sandsteine, theils braunrothe und grüne Dolomitmergel; Dolomit; bunte Gypsmergel; Lettenschiefer; gelbgrauer Mergelschiefer; grauer Sandstein.	Auf den beckenförmigen Plateaus der Muschelkalkberge wellenförmige Hügelreihen bildend und nur da mauerförmige Felsen bildend, wo die Sandsteine massig entwickelt sind.		
	II. Muschelkalk-formation.	Vorherrschend graue Kalksteine. Oben glatt- und dickschichtig, mit thonigen Zwischenlagen; in der Mitte Dolomit mit Gyps und Steinsalz; unten wellig geschichteter, dünnplattiger, an den Schichtflächen gerunzelter Wellenkalk.	Die zwischen den Mittelgebirgsländern oder am Fusse der Gebirge liegenden Terrassen-Bergländer zusammensetzend (z. B. in Thüringen).		
	III. Buntsandstein-formation.	Von oben nach unten: Braunrothe, ockergelbe und grünliche Mergel (Röth) mit Sandsteinschichten; mergelige oder thonige, Plattensandsteine; braunrother Schieferthon und Kaolinsandstein.	Die zwischen den Mittelgebirgsländern oder am Fusse der Gebirge liegenden Wellenbergländer zusammensetzend z. B. in Hessen, Franken und der Rheinpfalz. — Grundlage des Muschelkalkes.		
Dyas- oder Perm-formationen.	I. Zechsteinformation.	Von oben nach unten: Plattenkalk; Stinkkalk; Dolomit und Rauhkalk mit Gyps (und Steinsalz); bituminöser Kalkstein (Zechstein); bituminöser Mergel- oder Kupferschiefer; graues bituminöses Conglomerat und Sandstein (Grauliegendes).	Um die Gebirge herum einen Bergwall bildend, welcher da, wo die Dolomite stark entwickelt sind, pralle, klippige Felsriffe zeigt.	Granit, Syenit, Diorit, Diabas, Eklogit, Gabbro, Hypersthenfels, Serpentin, Felsitporphyr und Melaphyr.	
	II. Rothliegendes-Fomation.	Rothbraune, thonige Conglomerate, rothe Sandsteine und Schieferthone in vielfacher Wechsellagerung; nach unten auch mit Steinkohlenlagern.	In den Steinkohlenbuchten der Gebirge die massige Decke und am Gebirgsrande das Vorgebirge bildend.		
Steinkohlen-formation.	Steinkohlenformation.	Oben: Grauer Sandstein und Schieferthon im Wechsel mit Steinkohlenlagern. — Unten: Rauchgrauer Kalkstein und grober rother Sandstein.	In den Buchten des Grauwacke- und Urschiefergebirges.		Die Hauptbodenarten sind sandig thonig oder aus blätterigem Letten zusammengesetzt und, wenn sie viel Grus enthalten, fruchtbar; nicht selten aber sind sie auch zähthonig und dann, wenn sie Eisenkiese enthalten, zur Eisenvitriol- und Alaunbildung geneigt. — Da, wo Diabas und Hypersthenfels auftritt, zeigt sich ein dunkler, mergeliger Lehmboden; und, wo Kalksteine mächtig entwickelt sind, ist der Boden reich an Kalksand und nur an schattigen feuchten Lagen fruchtbar.
Grauwacke-formationen. (Uebergangs-Formationen.)	I. Devonformation.	Graue und gelbe Sandsteine mit thonigem oder thonschiefrigem Bindemittel im Wechsel mit Thonschiefer; Schalstein und geaderter Kalkstein. — Unten: Grauwacke und Thonschiefer.	Die Grauwackeformationen bilden den Grundbau aller Massen- oder aufgesetzten Gebirge. Die Form I zeigt sich vorzüglich am Harz und im rheinischen Berglande; die Form II aber im südöstlichen Thüringer Wald und in Böhmen.		
	II. Silurformation.	Vorherrschend Thonschiefer mit Zwischenschichten von Kiesel-, Alaun- und Zeichenschiefer; gefleckter Kalkstein; Grauwackeconglomerat.			
Urschiefer-formationen.	Urthonschiefer-, Glimmerschiefer-, Gneiß- } Formation.	Urthonschiefer-, Glimmerschiefer und Gneiß mit Zwischenschichten von Granulit, Talk-, Chlorit- und Hornblendeschiefer.	Sie bilden die Hauptmasse aller Längsgebirge, so der Centralalpen, des Schwarzwaldes, der Vogesen, des Thüringer Waldes, Erzgebirges, Böhmerwaldes, Riesengebirges u. s. w.		Heimath der Verwitterungsbodenarten der gemengten krystallinischen Gesteine, wie sie im §. 57 näher angegeben werden.

Endlich lehrt auch die Erfahrung, daß Körper die Wärmestrahlen um so schneller in sich aufnehmen, aber auch um so schneller wieder von sich geben, und demgemäß sich bei steigender Temperatur um so stärker ausdehnen und dann bei abnehmender Wärme wieder um so mehr zusammenziehen, je dunkler gefärbt oder je rauher und körniger ihre Oberfläche ist. — Wenn nun aber ein solcher Temperaturwechsel sich oft wiederholt, so muß durch die in Folge davon sich ebenfalls wiederholende Ausdehnung und Zusammenziehung der Masse eines Körpers diese letztere dadurch in ihrem Zusammenhalte so gelockert werden, daß sie Risse und Sprünge bekommt, die sich von Außen nach Innen immer weiter in ihre Körpermasse hineinziehen und am Ende sogar bewirken, daß diese letztere zerfällt. Alle diese Erscheinungen zeigen sich auch bei jedem Minerale, welches der Einwirkung der wechselnden Temperaturen fortwährend ausgesetzt ist, und zwar um so auffallender, je greller dieser Temperaturwechsel ist und je häufiger derselbe eintritt, wie dieses namentlich der Fall ist in den Landesgebieten der gemäßigten Zone, in denen dieser Wechsel nicht nur in dem Laufe eines jeden Tages und jeder darauffolgenden Nacht, namentlich während der Sommermonate, sondern auch in den einzelnen Monaten und Jahreszeiten sehr stark hervortritt. Am auffallendsten indessen macht sich die eben beschriebene Wirkung des Temperaturwechsels bemerklich bei Felsarten, deren Masse aus verschiedenen, heller und dunkler gefärbten, Mineralarten zusammengesetzt ist, wie z. B. beim Granite. Denn indem bei diesen die dunkler gefärbten Gemengtheile sich stärker ausdehnen und zusammenziehen als die heller gefärbten, muß auch die Verwachsung zwischen diesen beiden Arten der Gemengtheile um so leichter zerrissen werden, je grobkörniger das Gefüge ihrer Felsart ist.

Aber mit dieser Auflockerung und Zerreißung der Masse

eines Minerales oder einer Felsart durch den Wechsel der Temperaturen ist nur erst der Anfang zur mechanischen Zerstörung der Gesteinsmasse gemacht. Fortgesetzt und vollendet wird dieselbe durch die zweite Potenz des Verwitterungsprocesses, nemlich durch das W a s s e r.

Wenn die Oberfläche einer Felsart des Nachts mit den Wasserdunstwellen der Atmosphäre in Berührung kommt, so beschlägt sie sich um so leichter und um so stärker mit T h a u, je mehr sie die während des Tages in sich aufgenommene Wärme hat ausstrahlen lassen, je mehr sie sich also abgekühlt hat. Dieses ist nun wiederum am meisten der Fall bei den dunkel gefärbten, mit rauher oder grobkörniger Oberfläche versehenen Felsgesteinen. Das so an der Oberfläche der letzteren haftende atmosphärische Wasser — mag es nun Thau oder Regenwasser sein — wird aber begierig von den Rissen der Gesteine aufgesogen und in das Innere ihrer Masse geleitet. Und hier wirkt es nun in zweifacher Weise. Einerseits nemlich treibt es die an sich gelockerten Steinmassetheile vollends aus ihrem Zusammenhalte, so daß die von ihm durchdrungene Gesteinsmasse in Schutt zerfällt, und andererseits erweicht es die von ihm durchdrungenen Massetheilchen und macht sie hierdurch fähig, sich nicht nur mit dem Wasser selbst, sondern auch mit den, nie in ihm fehlenden, Atmosphärilien — Sauerstoff und Kohlensäure — chemisch verbinden zu können, wodurch die so angegriffene Mineralmasse allmählich ganz zersetzt wird. Und hat das Wasser alles dieses vollbracht, dann löst es auch noch die eben erst entstandenen Mineralzersetzungsproducte wenigstens theilweise in sich auf und fluthet sie aus ihrer bisherigen Bestandesmasse fort.

Das Wasser spielt demnach eine gar wichtige Rolle bei der Zerstörung und Zersetzung der Felsgesteine. In dem eben angegebenen Falle vollendete das Wasser die durch den Wechsel der Temperatur eingeleitete Zerstörung und Zersetzung

der Mineralmassen, wirkte es mehr heimlich und als Gehülfe der chemischen Agentien, indem es nicht nur die Mineralbestandtheile lockerte, erweichte und empfänglich machte für die Aufnahme dieser Agentien, sondern diese letzteren auch zuleitete und dann auch noch die von ihnen erzeugten neuen Stoffe aus der angeätzten Mineralmasse fortfluthete. Aber es wirkt auch für sich allein theils lösend auf Felsgesteine ein, z. B. auf Gyps und Steinsalz, theils mechanisch zertrümmernd. Wenn Wasser in die Absonderungsklüfte oder Schichtungsspalten von Felsmassen eindringt und dann während des Winters Kälte zu Eis erstarrt, dann dehnt es sich so stark aus, daß es ganze Bergmassen in ein wüstes Chaos von großen und kleinen Felstrümmern zersprengt, welche dann weit leichter von den Witterungsagentien ergriffen und zersetzt werden können, als dieses bei den noch zusammenhängenden Felsmassen geschehen kann. — Regen- und Schneewasser führen diese Trümmer den Bächen und Flüssen zu, welche sie durch unausgesetztes Hin- und Herwälzen zuletzt in Kies und Sand umwandeln und endlich ans Land schlämmen, wo sie dann durch die Atmosphärilien vollends zersetzt werden. Und was das zu Eis erstarrte und tropfbare Wasser nicht vermag, das führt das in Dampf umgewandelte Wasser aus. Wer kennt nicht die Felszertrümmerungen, welche die in dem Erdinnern sich anhäufenden und einen Ausweg nach der Erdoberfläche suchenden Wasserdämpfe hervorbringen? Wer weiß es nicht, daß diese im Innern der Vulkane eingeschlossenen Dämpfe die im Krater der Vulkane festgeschlossenen und ihnen den Ausweg nach der Luft versperrenden Lavadecken zu Pulver und Staub zerstampfen und als sogenannte Asche hoch in die Luft schleudern und sie dann durch die Luftströmungen oft über weite Strecken Landes ausbreiten lassen? — Das Alles ist bekannt; das Alles aber beweist auch, welchen gewaltigen Einfluß das Wasser theils chemisch

theils mechanisch auf die Umwandlung der Felsgesteine in Steinschutt und Erdboden ausübt.

Außer dem Wechsel der Temperatur und dem Wasser wirkt endlich auch noch das Reich der Gewächse mannichfach zerstörend auf die Felsgesteine ein. — Wer irgend mit Aufmerksamkeit das Gebiet der Felsarten beobachtet, der wird auch schon bemerkt haben, daß wohl die meisten aus der Erdoberfläche hervorragenden Felsmassen hauptsächlich an denjenigen ihrer Flächen, welche von feuchten Luftströmungen benetzt werden (also an ihrer sogenannten Wetterseite), mit fest anhaftenden Ueberzügen oder Krusten von verschieden gefärbten, staub- oder pulverförmigen, Körperchen ganz bedeckt sind, so daß diese Flächen fast das Ansehen von mit Farbenpulvern oder Erdkrümchen bespritzten Wänden zeigen. Diese vermeintlichen Farbenpützchen sind aber weiter nichts als mikroskopisch kleine Pflänzchen aus der Familie der Schurf- oder Rindenflechten, deren Keime von den Luftströmungen umhergefluthet an allen angefeuchteten Körperflächen haften bleiben und sich dann so stark vermehren, daß sie in kurzer Zeit große Felsflächen ganz überziehen. Wer sollte es nun meinen, daß diese Zwerge der Pflanzenwelt die starre, scheinbar unbezwingbare, Masse der Felsgesteine mürbe machen und dann sogar auch zersetzen helfen? — Und doch ist es so. Zunächst machen sie die Felsflächen durch ihre Ueberzüge rauh, so daß sie gute Wärmestrahler werden und sich in Folge davon leicht mit Thau und Feuchtigkeit beschlagen; sodann saugen sie unaufhörlich Wasser an und halten dasselbe fest, so daß die mit ihm verbundenen Atmosphärenstoffe, vor allem die Kohlensäure, nachhaltig die unterliegende Felsmasse anätzen können; endlich geben sie selbst bei ihrem Absterben mancherlei Säuren, mittelst deren sie hauptsächlich alle Kalkerde haltigen Mineralmassen zersetzen können. — So sind also die Flechten die Mittel, mittelst deren die Natur aus der starren, kahlen

Felsstirne die ersten Spuren von Erdkrume schafft, welche dann von anderen Gewächsen in Besitz genommen und immer mehr entwickelt werden, bis sie zuletzt auch Sträuchern und Bäumen zum gedeihlichen Wohnsitze dienen können. Diese letztgenannten Arten des Pflanzenreichs vollenden endlich das Werk der kleinen Schurfflechten. Mit ihren kräftigen Holzwurzeln klemmen sie sich in alle Ritzen und Spalten ihrer felsigen Wohnsitze und suchen sie theils durch Gewalt mit ihren sich ausdehnenden Wurzeln zu zertrümmern, theils auf chemischem Wege durch von ihnen ausgeschiedene Stoffe zu zersetzen. Und was ihnen nicht während ihres Lebens gelingt, das vollführen sie doch noch durch ihre verwesenden Körperreste; dann aus diesen entwickeln sich gar mancherlei Stoffe, welche zersetzend auf die verschiedensten Mineralsubstanzen einwirken, wie wir im Folgenden sehen werden.

§. 52. Die Mineral zersetzenden Agentien. — Die im vorigen §. erwähnten Kräfte und Stoffe machen vorzüglich den Körper der Mineralien zugänglich für diejenigen Agentien, welche sich mit einzelnen Bestandtheilen der Mineralmasse verbinden, sie dadurch aus ihrem bisherigen Verbande ziehen und auf diese Weise die Masse der von ihnen angeätzten Mineralien ganz oder theilweise zersetzen oder doch in eine andere Art von Mineralien umwandeln. Zu diesen Agentien nun, welche chemisch zersetzend und umwandelnd auf die von ihnen dauernd berührten Mineralien einwirken, gehören vor allen der Sauerstoff, die Kohlensäure und die bei der Verwesung von Organismenresten, namentlich von Pflanzen, frei werdenden Humussäuren und humussauren Alkalien. — Unter welchen Verhältnissen nun diese Zersetzungsagentien auf die Masse der Mineralien einwirken, wie sie auf dieselbe einwirken und welche Producte sie erzeugen, das erfahren wir am besten, wenn wir den Wirkungskreis jedes der ebengenannten Agentien etwas näher untersuchen.

1) Der **Sauerstoff** (Oxygen, Lebensluft) spielt bei der Zersetzung und Umwandlung der Mineralien in Erdboden eine bei weitem nicht so große Rolle, als man gewöhnlich annimmt, indem in den meisten Mineralien, welche für die Bodenbildung von Wichtigkeit sind, die Hauptbestandtheile derselben schon mit so viel Sauerstoff verbunden sind, als sie unter den gewöhnlichen Verhältnissen anzuziehen vermögen. Nur wenn diese Mineralien Eisen- oder Manganoxydul enthalten, wie dieses wohl bei vielen Feldspathen und den dunkelbraunen, grünen und schwarzen Glimmern, Hornblenden, Augiten und Hypersthenen oder auch bei den Turmalinen und Granaten der Fall ist, zeigt er sich dadurch von Wirksamkeit, daß er von den genannten beiden Oxydulen das Eisenoxydul in ockergelbes oder lederbraunes Eisenoxydulhydrat (Eisenocker) und das Manganoxydul in kaffeebraunes Manganoxydhydrat umwandelt und hierdurch bewirkt, daß die genannten beiden Oxydhydrate aus ihren Verbindungen mit den übrigen Bestandtheilen der oben genannten Mineralien heraustreten und dann die Oberfläche oder überhaupt die von ihnen durchdrungene Masse derselben ockergelb, lederbraun oder graubraun färben, zugleich aber auch eben durch ihr Ausscheiden aus der Mineralmasse den Zusammenhalt der letzteren so lockern, daß nun die übrigen Zersetzungsagentien, wie namentlich die Kohlensäure, leichter in die gelockerte Mineralmasse eindringen und sie vollends zersetzen können. — Außerdem aber wirkt der Sauerstoff noch auf die **Schwefelmetalle** ein, indem er sich unter Hülfe von Feuchtigkeit sowohl mit dem Metalle wie mit dem Schwefel derselben verbindet und sie hierdurch in **schwefelsaure Metalloxyde** umwandelt, welche nun wieder, namentlich wenn sie im Wasser löslich sind, mittelst ihrer starken Säure alle kohlen- und kieselsauren Mineralien, welche Kali, Natron, Kalkerde, Magnesia oder auch Thonerde enthalten, zersetzen und die mit der Kohlen-

oder Kieselsäure verbundenen, ebengenannten Salzbasen in schwefelsaure Salze umwandeln. Indem sich aber alle die obengenannten Salzbasen mit der Schwefelsäure zu in Wasser löslichen Salzen verbinden, wird durch ihre Bildung die Masse aller der aus ihnen gebildeten Mineralien vollständig zersetzt. Ein Beispiel wird das eben Gesagte erläutern und bestätigen. Das am weitesten verbreitete und in den meisten Felsarten mehr oder weniger häufig eingewachsen vorkommende Schwefelmetall ist der Eisen- oder Schwefelkies. An feuchter Luft liegend wandelt sich dasselbe unter Anziehung von Sauerstoff in leicht lösliches schwefelsaures Eisenoxydul um. Kommt nun die Lösung dieses Salzes in dauernde Berührung mit

kohlensauren Kalk, so entsteht: schwefelsaures Kalkhydrat (Gyps).	Dolomit oder kohlensaurer Magnesia-Kalkerde, so entsteht: Gyps und Bittersalz.	Orthoklasfeldspath oder kieselsaurer Kali-Thonerde, so entsteht: schwefelsaure Kali-Thonerde d. i. Alaun.

Es sind demnach die unter der Einwirkung des Sauerstoffes aus den Schwefelmetallen entstehenden schwefelsauren Metalloxyde von der größten Wichtigkeit für die Zersetzung und Umwandlung wohl der meisten Felsarten. Wenn also auch der Sauerstoff unmittelbar nur einen beschränkten Einfluß auf die Umwandlung der Felsarten ausübt, so schafft er doch mittelbar eben durch die Umwandlung der so häufig vorkommenden Schwefelmetalle sehr kräftige Zersetzungsmittel für die verschiedenartigsten Mineralien.

2) Von weit größerem, unmittelbaren Einflusse auf die Zersetzung der Mineralien und der aus ihnen gebildeten Felsarten ist freilich die Kohlensäure. Diese luftförmige Säure, welche überall da frei wird, wo Thiere ausathmen und abgestorbene Organismenreste unter Luftzutritt verbrennen, gähren, verwesen und überhaupt sich zersetzen, wird sowohl von der

atmospärischen Feuchtigkeit, wie von den Gewässern der Erdoberfläche begierig aufgesogen und wirkt nun im Verbande mit dem Wasser theils einfach lösend, theils zersetzend, theils lösend und zugleich auch zersetzend auf die verschiedenartigsten Mineralien ein.

a) Einfach lösend, aber nicht zersetzend, wirkt das Kohlensäure haltige Wasser

1) auf alle kohlensaure Salze, z. B. auf den kohlensauren Kalk, auf die kohlensaure Magnesia und ihre Verbindung mit der kohlensauren Kalkerde, auf das kohlensaure Eisenoxydul;
2) auf alle phosphorsauren Salze, so auf den phosphorsauren Kalk oder Phosphorit;
3) auf den Flußspath und alle andern Fluormetalle.

Indessen löst es diese verschiedenen Minerale nicht gleich leicht und auch nicht in gleich großen Mengen. Am leichtesten und stärksten löst es den kohlensauren Kalk und am langsamsten den Flußspath.

b) Zuerst einfach lösend, dann aber das Gelöste zersetzend zeigt sich das Kohlensäure haltige Wasser bei seiner Berührung mit kieselsauren Alkalien. Wenn nemlich dieses Wasser mit kieselsauren Mineralien, welche reich an Alkalien (Kali und Natron) sind, in dauernde Berührung kommt, so löst es aus diesen die kieselsauren Alkalien unzersetzt aus; bleibt es dann aber längere Zeit mit ihnen im Verbande, so zersetzt es dieselben in doppeltkohlensaure Alkalien und in freie Kieselsäure, welche es jedoch beide in sich gelöst behält.

c) Zersetzend und dann auch das Zersetzte in sich auflösend wirkt das Kohlensäure haltige Wasser auf alle zusammengesetzte kohlen- und kieselsaure Mineralmassen ein, wenn dieselben Alkalien (Kali und Natron), alkalische Erden (so

namentlich Kalkerde und Magnesia) oder die Oxydule des Eisens und des Mangans enthalten:

1) Wirkt in dieser Weise kohlensaures Wasser auf Mergel ein, so zieht es aus diesem allmählich allen kohlensauren Kalk, so daß von ihm nur noch gemeiner Thon übrig bleibt;

2) wirkt es aber auf Alkalien oder Kalkerde haltige Silicate ein, so zersetzt es dieselben in der Weise, daß es die Alkalien unzersetzt, also in ihrer Verbindung mit der Kieselsäure, aus der Bestandesmasse der Silicate herauszieht und in sich auflöst, die alkalischen Erden aber, vor allen die Kalkerde, aus ihrer Verbindung mit der Kieselsäure reißt, sie in doppeltkohlensaure Salze umwandelt sie dann auflöst und aus der angegriffenen Silicatmasse herauszieht. Ein paar Beispiele werden das eben Ausgesprochene klarer machen:

   1) Wirkt z. B. das Kohlensäure haltige Wasser auf einen Feldspath ein, welcher aus kieselsaurer Thonerde und kieselsaurem Kali besteht, so zieht dieses Wasser aus demselben nach und nach alles kieselsaure Kali unzersetzt heraus und löst es in sich auf, so daß von dem Feldspathe zuletzt nur noch die kieselsaure Thonerde verbunden mit Wasser, — also Thon, — übrig bleibt;

   2) besteht dagegen der Feldspath aus kieselsaurer Thonerde und kieselsaurer Kalkerde, so wird diese letztere durch das Kohlensäure haltige Wasser in doppeltkohlensauren Kalk, welcher sich nun im Wasser auflöst, umgewandelt, die vorher mit ihm verbunden gewesene Kieselsäure aber wird abgeschieden und löst sich nun entweder für sich allein in dem weiter hinzutretenden kohlensaurem Wasser auf oder sie wird von dem, bei der Zersetzung des Feldspathes übrigbleibenden, kieselsaurem Thonerdehydrat (= Thon) aufgesogen, so daß

derselbe kieselsäurereicher und hierdurch zu magerem Thon oder Lehm wird;

3) enthält endlich ein Feldspath zugleich Alkalien und auch Kalkerde, so wird von dem Kohlensäure-Wasser stets zuerst die Kalkerde als kohlensaures Salz und nach ihr dann auch das Alkali, aber als kieselsaures Salz ausgelaugt.

Es erscheint überhaupt bemerkenswerth, daß das Kohlensäure-Wasser stets eine größere Verbindungsneigung zur Kalkerde hat als zu den kieselsauren Alkalien, woher es auch kommt daß

1) Silicate, welche nur Kalkerde, aber keine Alkalien enthalten, sich weit schneller zersetzen als nur Alkalien, aber keinen Kalk haltige;

2) Silicate überhaupt sich um so leichter zersetzen, je reicher sie an Kalkerde sind.

Außer dieser Mineral zersetzenden Kraft besitzt nun aber das Kohlensäure haltige Wasser auch noch das Vermögen, Minerale mit neuen Bestandtheilen zu versorgen und sich hierdurch in andere Arten umzuwandeln. Wenn z. B. Kohlensäure-Wasser, welches kohlensauren Kalk in sich gelöst enthält, von Thon aufgesogen wird, so gibt es seinen Kalkgehalt vollständig an die Masse des Thones ab, so daß dieser dadurch in Mergel umgewandelt wird. Ebenso verwandelt es Thon in thonigen Spatheisenstein, wenn es seiner Masse gelöstes kohlensaures Eisenoxydul zuleitet.

Endlich regt auch Kohlensäure, welche mit Feuchtigkeit verbunden ist, alle gemeinen Metalle an, Sauerstoff anzuziehen und sich durch denselben in Oxyde umzuwandeln, mit denen sie sich dann zu kohlensauren Salzen verbindet. Daher kommt es, daß z. B. sich an feuchter, kohlensäurehaltiger Luft Eisen zuerst in kohlensaures Eisenoxydul und dann in Braun-

eisenerz, und Kupfer in grünes kohlensaures Kupferoxyd (Malachit) umwandelt. Bei dieser Wirkungsweise der Kohlensäure ist indessen wohl zu merken, daß die Kohlensäure sich nur dann mit dem durch ihre Anregung erzeugten Oxyde verbindet, wenn dasselbe ein Monoxyd oder Oxydul ist und demgemäß aus einem Theile Metall und einem Theile Sauerstoff besteht; dagegen mit dem entstandenen Oxyde keine Verbindung eingeht, wenn dasselbe ein Sesquioxyd ist und demgemäß aus 2 Theilen Metall und 3 Theilen Sauerstoff besteht. Dieses ist z. B. der Fall bei dem Eisenoxyde und der Thonerde. In diesem eigenthümlichen Verhalten liegt der Grund, warum einerseits aus dem kohlensauren Eisenoxydul die Kohlensäure entweicht, wenn das Oxydul desselben zu Eisensesquioxyd (Brauneisenerz) geworden ist, und andererseits in den Thonerde haltigen Silicaten die Kohlensäure die, aus 2 Theilen Aluminium und 3 Theilen Sauerstoff bestehende, Thonerde nicht angreift, sondern bei der Zersetzung dieser Silicate mit ihrer Kieselsäure verbunden als Thon zurückläßt.

Soviel über den Wirkungskreis der Kohlensäure bei der Verwitterung und Umwandlung der Mineralien in Erdboden. Das eben Mitgetheilte zeigt zur Genüge, welche wichtige Rolle diese Säure bei der Zersetzung der Mineralien spielt, zumal wenn man bedenkt, daß alle diejenigen Felsarten, welche am weitesten auf der Erde verbreitet sind und das Hauptmaterial nicht nur für alle Bodenbildung, sondern auch für die Pflanzenernährung liefern, vorherrschend aus Mineralarten bestehen, welche in den oben angegebenen Weisen durch das Kohlensäure haltige Wasser zersetzbar sind. Mit vollem Rechte darf man daher sagen: Wo unaufhörlich Feuchtigkeit und Kohlensäure auf Felsarten einwirken kann, da geht die Bodenbildung und die Erzeugung von Pflanzennahrung am stärksten vor sich, da aber ist auch die Pflanzenwelt am üppigsten und mannichfaltigsten; wo aber diese sich reichlich

entwickelt, da wird aus ihren abgestorbenen Körpergliedern auch wieder am reichlichsten Kohlensäure und Feuchtigkeit entwickelt, welche nun wieder auf die noch vorhandenen Felsgesteine zersetzend einwirken können. In dieser Beziehung arbeiten sich also Mineralien- und Pflanzenwelt einander in die Hände.

3) Aber die Pflanzenwelt erzeugt außer Kohlensäure und Feuchtigkeit bei dem Absterben ihrer Körperglieder auch andere Stoffe, welche in mancher Beziehung noch kräftiger auf die Mineralzersetzung einwirken, als die Kohlensäure. — Jede Pflanze enthält neben ihren eigentlichen — aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff oder aus diesen Elementen und Stickstoff nebst Schwefel oder Phosphor bestehenden — organischen Substanzen auch noch Alkalien und alkalische Erden. Sobald nun in den Gliedern ihres Körpers die Lebensthätigkeit aufhört, treiben diese, nach starken Säuren sehr begierigen, alkalischen Beimischungen die eben erwähnten organischen Substanzen an, sich zu zersetzen und aus sich heraus Säuren zu entwickeln, welche unter dem Namen der H u m u s s ä u r e n bekannt sind, und unter denen man, wie später bei der Beschreibung der Humussubstanzen noch näher angegeben werden soll, U l m i n-, H u m i n-, Q u e l l- und G e ï n s ä u r e unterscheidet. Mit diesen Humussäuren, unter denen übrigens die Ulmin- und Huminsäure für sich allein in Wasser ganz unlöslich sind, verbinden sich die im Pflanzenkörper vorhandenen Alkalien und namentlich auch das aus den stickstoffhaltigen organischen Substanzen sich entwickelnde Ammoniak, zu h u m u s s a u r e n A l k a l i e n, welche sich in der Feuchtigkeit des Bodens mit weingelber, gelbbrauner oder kaffeebrauner Farbe lösen, wie man leicht beobachten kann, wenn man abgestorbenes, schon schwärzlich gefärbtes Laub mit heißem Wasser übergießt. Diese humussauren Alkalien — vor allen aber das quellsaure Ammoniak, welches sich hauptsächlich in den

tieferen, mehr oder weniger gegen die Luft verschlossenen, Lagen des Bodens aus den Wurzeln der Pflanzen und ebenso in Torfmooren entwickelt — üben einen merkwürdigen Einfluß auf die meisten Mineralien aus. Wie dem Verfasser dieser Zeilen zahlreiche und vielfach wiederholte Versuche gelehrt haben, so vermögen die Salze — und namentlich das quellsaure Ammoniak — viele Mineralien, welche an sich unlöslich erscheinen, in sich aufzulösen, fortzufluthen und erst dann wieder — und zwar unzersetzt — abzuscheiden, wenn ihre Humussäuren sich in Kohlensäuren umgewandelt haben und als solche verdunsten. Hauptsächlich gilt alles dieses von den kohlen-, phosphor- und schwefelsauren Salzen der Erden und Schwermetalloxyde. Das Merkwürdige bei diesem Processe ist, daß z. B. das quellsaure Ammoniak zu gleicher Zeit zwei bis vier solcher Mineralien in sich aufzulösen vermag und sie auch *unzersetzt* nach einander wieder ausscheiden kann, wenn anders diese Mineralien einerlei Säuren — z. B. Kohlensäure — besitzen, so daß sie sich gegenseitig nicht zersetzen können. Ebenso ist aber auch wohl zu beachten, *daß die von den humussauren Alkalien aufgelösten Mineralien nur dann unzersetzt bleiben, wenn sie keine Säuren besitzen, zu denen die Alkalien der humussauren Salze eine starke Verbindungsneigung haben. Ist dieses letztere freilich der Fall, dann nehmen die Alkalien den aufgelösten Salzen die Säuren und geben den Basen derselben ihre Humussäure*, wodurch diese letzteren gar oft unlöslich werden. Dieses geschieht z. B., wenn huminsaures Ammoniak mit phosphorsaurem Kalk sich mischt; in diesem Falle entsteht lösliches, phosphorsaures Ammoniak und unlöslicher huminsaurer Kalk, aus welchem dann zuletzt bei der höheren Oxydation der Huminsäure kohlensaurer Kalk wird.

Die humussauren Alkalien wirken also nicht blos lösend,

sondern auch zersetzend auf Mineralien ein. Ganz besonders geschieht dieses letztere, wenn sie mit zusammengesetzten kieselsauren Mineralien, z. B. mit Feldspath, Glimmer, Hornblende oder Augit, in dauernde Berührung kommen. Sie lösen dann aus der Bestandesmasse derselben die kieselsauren Alkalien, alkalischen Erden und Schwermetalloxyde unzersetzt heraus, soweit die Versuche dem Verfasser gelehrt haben. Sir wirken demnach in dieser Beziehung ähnlich wie die Kohlensäure, aber viel rascher, und insofern auch stärker, als sie auch die Kalkerde, Magnesia und das Eisenoxydul in ihrer Verbindung mit der Kieselsäure aus den Silicatmassen herausziehen.

Nach allem eben Mitgetheilten sind demnach die aus den abgestorbenen Organismenresten sich entwickelnden Säuren und Salze für die Zersetzung und Umwandlung der Felsmassen von ebenso großer, ja größerer Bedeutung, wie die Kohlensäure. Später wird davon bei der Beschreibung des sogen. Humus noch weiter die Rede sein.

b. Producte des Verwitterungsprocesses.

§. 53. **Verhalten der einzelnen Mineralien gegen die chemisch wirkenden Verwitterunsagentien.** — Schon aus dem, was wir über die Wirkungsweise der einzelnen Verwitterungsagentien mitgetheilt haben, können wir ersehen, daß diese Agentien nicht auf alle Mineralien in einer und derselben Weise einzuwirken vermögen, daß vielmehr Körperform und Oberflächenbeschaffenheit einerseits und chemische Zusammensetzung derselben andererseits einen großen Einfluß auf die Schnelligkeit und Art ihrer Verwitterung ausüben. Im Besondern nun ist über dieses Verhalten der verschiedenen, für die Felsartenbildung wichtigen, Mineralarten gegen die Verwitterungsagentien Folgendes zu bemerken:

a) Vollständig ausgebildete Krystalle widerstehen der Verwitterung weit länger und stärker als derbe Mineralmassen.

1) Glasig dichte, durchsichtige mit glatter, glänzender oder spiegelnder Oberfläche versehene, Krystalle verwittern weit schwerer, als leicht spaltbare, sich blätternde, undurchsichtige, mit rauher, matter Oberfläche versehene.

2) Derbe Massen aber mit körnigem oder auch blättrigem Gefüge und rauher Oberfläche verwittern schneller, als derbe, sehr dichte, mit glatter Oberfläche versehene Mineralmassen.

b) Farblose und hellgefärbte Mineralien werden von den Verwitterungsagentien weit langsamer angegriffen als trübe und dunkelgefärbte.

c) Durch den Sauerstoff werden nur diejenigen Mineralien angegriffen, welche

1) Monoxyde oder Oxydule der Schwermetalle, namentlich des Eisens und Mangans, oder

2) feinzertheilte kohlenreiche (bituminöse) Beimischungen enthalten.

d) Durch Kohlensäure haltiges Wasser werden hauptsächlich angegriffen und zwar

1) einfach gelöst: die Carbonate (z. B. Kalkstein, Dolomit und Eisenspath), die Phosphate (z. B. Phosphorit), die einfachen Alkalisilicate (z. B. basisch kieselsaures Kali oder Natron) und die Fluormetalle (z. B. Flußspath);

2) zersetzt: alle zusammengesetzten kieselsauren Mineralien, welche Kali, Natron, Kalkerde, Magnesia, Eisen- oder Manganoxydul enthalten. Unter ihnen aber findet wieder folgende Verwitterungsreihe statt:

α) Kieselräure reiche Silicate (z. B. Orthoklas) werden schwerer zersetzt als Kieselsäure arme (z. B. Labrador);

β) Kalkreiche Silicate werden leichter zersetzt als kalkarme und kalkleere;

γ) Kali- oder Natronreiche, aber kalkarme werden um so langsamer zersetzt, je ärmer sie an Kalk oder Eisenoxydul sind;

δ) Magnesiareiche Silicate werden unter allen Verhältnissen am langsamsten zersetzt, zumal wenn sie keine Kalkerde und kein Natron besitzen;

ε) Jemehr Basen von verschiedener Art ein Silicat besitzt, um so leichter wird dasselbe, zumal in derben Massen, theils von dem Sauerstoff, theils von der Kohlensäure angegriffen;

e) In ähnlicher Weise gegen die Kohlensäure verhalten sich die Mineralien gegen die humussauren Alkalien, namentlich gegen das quellsaure Ammoniak.

f) Unter den verschiedenen Mineralien, welche als Felsgemengtheile auftreten, gibt es nur eins, welches weder vom Sauerstoff, noch von der Kohlensäure, noch von den humussauren Alkalien angegriffen wird; es ist dies die krystallinische Kieselsäure oder der Quarz. Nächst ihm erscheint nur noch das krystallinische Eisenoxyd oder der Eisenglanz, sowie die Thonsubstanz unempfindlich gegen Sauerstoff und Kohlensäure.

§. 54. Hauptverwitterungsproducte. — Es ist eben gesagt worden, daß unter den für die Bildung der Felsgesteine wichtigen Mineral nur der Quarz aller weiteren Zersetzung durch die, unter den gewöhnlichen Verhältnissen in der Natur wirksamen, chemisch wirkenden Agentien widerstehe. In der That ist dieses auch so; denn seine Massen können nur durch das, sie unaufhörlich hin und her schiebende und reibende, Wasser nach und nach in immer kleiner werdende und zuletzt fast mehlartig erscheinende Körner zertheilt, aber nicht weiter zersetzt werden. Und wenn eine mit

Quarzkrystallkörnern untermengte, krystallinische Felsart — z. B. Granit — durch die chemischen Verwitterungsagentien ganz und gar in eine thonige Erdbodenmasse zersetzt worden ist, so bleiben doch die in ihr ursprünglich vorhandenen Quarzkörner unberührt in dem aus ihr entstandenen Verwitterungsboden vorhanden und machen ihn nur sandig. Von dem Quarze abgesehen aber werden alle übrigen, als Felsgemengtheile auftretenden, Mineralien hauptsächlich durch Kohlensäure oder auch humussaure Alkalien enthaltendes Wasser theils einfach aufgelöst, theils in ihrer Masse zersetzt.

Die einfach auflöslichen Mineralien, zu denen, außer dem schon in reinem Wasser löslichen Gyps und Steinsalz, namentlich der Kalkstein, Dolomit und Eisenspath gehört, können sich wohl bei der Verdunstung ihrer Lösungsflüssigkeit als das, was sie vor ihrer Lösung waren, in derben Massen oder auch in Pulvern wieder absetzen, aber für sich allein vermögen sie keine dauernde Erdkrume zu bilden, — eben weil sie in reinem oder kohlensaurem Wasser über kurz oder lang wieder gelöst werden und auch in ihrer feinsten Pulverform nicht die Eigenschaften einer wirklichen Erdkrume anzunehmen vermögen. Sie können daher nur in der gleichmäßigen Untermengung mit einer wirklichen Erdkrumensubstanz, wie sie vor allen der Thon oder Lehm zu bilden vermag, ein Erdbodenbildungsmittel werden, wie wir später bei der Betrachtung der kalkhaltigen Bodenarten noch näher kennen lernen werden.

Anders ist es mit denjenigen Mineralien, deren Bestandesmasse durch die Verwitterungsagentien wirklich zersetzt wird und dabei einen in Kohlensäure haltigen Wasser unlös- und unzersetzbaren, erdigen Rückstand gibt. Alles dieses ist nun der Fall bei allen zusammengesetzten Silicaten, welche neben kieselsauren Alkalien und alkalischen Erden auch ein großes Quantum kieselsaurer Thonerde enthalten. Alle diese

Silicate sind als die Hauptbodenbildungsmittel und zugleich auch als die Hauptnahrungsspender der Pflanzenwelt zu betrachten. Von den Producten, welche diese Mineralien bei ihrer Verwitterung liefern, soll daher im Folgenden hauptsächlich die Rede sein.

Wie wir früher bei der Beschreibung dieser Mineralien schon gesehen haben, so gehören zu denselben vorzüglich die Feldspathe, Zeolithe, Glimmer und Hornblenden, ferner der Augit, Diallag und Hypersthen, endlich der Chlorit und Serpentin. Geht man von der chemischen Zusammensetzung der ebengenannten Silicate aus, so lassen sich dieselben im Allgemeinen in folgende Gruppen zertheilen:

a) in Thonerde reiche, aber Magnesia arme Silicate, welche nun wieder je nach ihrem Gehalte an Alkalien und Kalkerde zerfallen:

α) in Alkalien- oder Kalkerde reiche Silicate. Sie enthalten 45—65 Proc. Kieselsäure, 18—30 Proc. Thonerde und wenigstens 12 Proc. Alkalien oder Kalkerde:

1) die wasserlosen Feldspathe, nemlich

§. 1. der an Kieselsäure und Kali oder Natron reiche, aber an Kalkerde arme: Orthoklas und Oligoklas;

§. 2. der an Kieselsäure und Alkalien arme, aber an Kalkerde reiche: Labrador und Anorthit;

2) die wasserhaltigen Zeolithe, welche sämmtlich ärmer an Kieselsäure sind als die Feldspathe und sich sonst in ihrer Zusammensetzung vorzüglich dem Labrador und Anorthit, seltener dem Oligoklas nähern. Zu ihnen gehören namentlich der Skolezit, Natrolith und Chabasit.

β) in Alkalien und Kalkerde arme, aber an Eisenoxydul oder auch an Magnesia reichere Si-

licate. In ihnen beträgt die Menge der Kieselsäure 40 bis höchstens 48 Proc., der Thonerde 38—39 Proc., der Alkalien höchstens 8—10 Proc., aber der Magnesia bisweilen bis 30 Proc. und des Eisenoxydules 10—25 Proc. Zu ihnen gehört:

1) der Kali haltige, eisenoxydul- und magnesiaarme: Kaliglimmer;

2) der Kalilose und eisenoxydulreiche: Eisenglimmer;

b) in Thonerde und Alkalien arme, aber Magnesiareiche Silicate, bei denen der Gehalt an Kieselsäure 40—54, selten weniger Procent; an Thonerde 0,5—12, selten mehr Proc.; an Kali oder Natron 0—5 Proc.; an Kalkerde 1—12, selten 20 Proc.; an Magnesia 12—25 Proc., selten mehr; an Eisenoxydul 7—12, bisweilen aber auch nur 2 oder mehr als 12 Proc.

α) Kalkerde haltige (10—20 Proc.):

1) die Hornblendearten, in denen 40—50 Proc. Kieselsäure, 8—20 Proc. Thonerde und 10—22 Proc. Kalkerde vorhanden ist, und zu denen:

§. 1. die 12—26 Proc. Thonerde, 13—24 Proc. Magnesia und die 10—12 Proc. Kalkerde haltige: gemeine und basaltische Hornblende;

§. 2. der 5—6 Proc. Thonerde, 13 Proc. Magnesia und 22 Proc. Kalkerde haltige Augit gehören.

2) Die Hyperite, in denen höchstens 6 Proc. Thonerde, 14—21 Proc. Magnesia, 1—19 Proc. Kalkerde vorhanden ist, und zu denen

§. 1. der 3—6 Thonerde, 15—16 Magnesia, 18—19 Kalkerde und 7—12 Eisenoxydul haltige Diallag und

§. 2. der 1—2 Thonerde, 14—21 Magnesia, 1—3 Kalkerde und 21—22 Eisenoxydul haltige Hypersthen gehört.

β) Kalkerde lose und gewöhnlich auch Thonerde arme oder leere, dagegen Magnesia reiche Silicate:
1) 18—20 Proc. Thonerde, 15—25 Proc. Magnesia und 15—28 Eisenoxydul haltig: Chlorit;
2) 42—43 Magnesia, 2 Eisenoxydul und keine Thonerde haltig: Serpentin.

Unter den verschiedenen Silicaten in diesen Gruppen geben bei ihrer Zersetzung durch den Verwitterungsproceß:

	an Auslaugungsproducten	an unlöslichen Rückstand
1) die kieselsäurereichen Feldspathe:	In kohlensaurem Wasser gelöstes kiesel- und kohlensaures Kali und Natron.	Eigentlichen Thon, welcher aber beim Oligoklas oft kalkhaltig ist.
2) die kieselsäurearmen Feldspathe:	Viel in kohlensaurem Wasser gelösten kohlensauren Kalk, weniger kieselsaures Natron.	Mergeligen Thon.
3) die Zeolithe:	In kohlensaurem Wasser lösliche Kalkerde und auch Kieselsäure, bisweilen auch kohlensaures Natron.	Magere Thonsubstanz, welche aber oft kalkhaltig ist und leicht zu Mehl zerfällt.
4) die Glimmer:	Wenig lösliches kieselsaures Kali (oder Natron), auch Fluorcalcium.	Eisenschüssigen (ockergelben oder rothbraunen) Thon oder auch Braun- und Rotheisenerz.
5) die Hornblendearten:	Viel doppeltkohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia, bisweilen auch etwas Soda.	Ockergelben oder graugrünen mageren Thon oder Lehm; außerdem Brauneisenerz und Speckstein.
	Der Augit gibt am meisten löslichen kohlensauren Kalk, weit weniger kohlensaure Magnesia.	Des Augites Rückstand ist ein lederbrauner kalkhaltiger Eisenthon oder auch mergeliger Lehm.
6) der Diallag:	Viel löslichen doppeltkohlensauren Kalk und auch Dolomit.	Eigenthümlichen mageren, leicht verdunstenden Eisenthon.
7) der Hypersthen:	Allmählich viel kohlensaure Magnesia.	Thonigen Brauneisenstein, Eisenglanz und Magneteisenerz.
8) der Chlorit:	Etwas kohlensaure Magnesia.	Ockergelbe, fettig anzufühlende Thonsubstanz und Speckstein.
9) der Serpentin:	Etwas kohlensaure Magnesia.	

Wirft man einen Blick auf das bis jetzt Mitgetheilte, so wird man folgende Resultate über die Verwitterungsproducte der kieselsauren Mineralien erhalten:

1) der Quarz kann nichts weiter produciren als gröberen oder feineren Sand, eben weil er mit den gewöhnlichen Verwitterungspotenzen keine Verbindung eingehen kann. Außer ihm liefern aber auch alle anderen Mineralien bei der mechanischen Zertrümmerung ihrer Körpermasse noch gröbere und kleinere Sandkörner. Diese Sandkörner indessen sind durch die Verwitterungsagentien im Zeitverlaufe zersetzbar oder auch lösbar. Man kann demnach unveränderlichen, von Quarz herrührenden, und veränderlichen, von lös- oder zersetzbaren, Mineralien abstammenden, Sand unterscheiden.

a) Der unveränderliche Quarzsand kann hiernach als Beimengung von einem Boden nur dessen physische Eigenschaften, z. B. dessen Auflockerung, Erwärmung und Verdunstungskraft, ändern, aber nicht seine Krume vermehren oder chemisch verändern, und ebenso auch für die Pflanzen kein Nahrungsmittel abgeben.

b) Anders ist es mit dem veränderlichen Sande, wie ihn außer den Silicaten auch der Kalkstein, Dolomit und Gyps bilden kann. Dieser verändert nicht nur die eben genannten physischen Eigenschaften eines Bodens, sondern verändert bei seiner Zersetzung oder Lösung auch chemisch dessen Erdkrume und spendet den Pflanzen Nahrungsmittel.

2) Unter den in vorstehender Uebersicht angegebenen Silicaten sind nur die Feldspathe und Glimmer als die eigentlichen Thonlieferanten des Erdbodens zu betrachten, und zwar produciren:

a) die kieselsäurereichen Feldspathe den eigentlichen, fetten, weißen oder blaßgelben Thon, geben aber außer-

dem auch den Pflanzen das meiste Kali und Natron zur Nahrung;

b) die kieselsäurearmen Feldspathe einen mageren mergeligen oder lehmigen Thon und geben außerdem vorzüglich löslichen kohlensauren Kalk, sowie etwas Soda den Pflanzen zur Nahrung;

c) die Glimmer aber einen ockergelben oder rothbraunen, eisenschüssigen Lettenthon, welcher sich beim Austrocknen blättert, und geben außerdem den Pflanzen nur wenig lösliche Alkalisalze.

Die Hornblenden und Augite dagegen geben keinen eigentlichen Thon mehr, sondern entweder einen mageren, von viel Kieselsäure durchdrungenen, Lehm oder Letten oder einen kalkhaltigen Eisenthon und geben den Pflanzen vorzüglich lösliche kohlensaure Kalkerde und Magnesia, bisweilen auch etwas kohlensaures Natron. Am meisten produciren sie Eisenerze oder auch Speckstein.

Am wenigsten endlich kann der Serpentin und Chlorit zur Bodenbildung beitragen, indem sie in der Regel weiter nichts als etwas kohlen- oder (bei Schwefelkiesgehalt) schwefelsaure Magnesia überliefern.

§. 55. Abänderungen in dem Verlaufe und den Producten der Verwitterung bei den einzelnen Mineralien. — Es ist in den vorstehenden §§. die Verwitterung nach ihrem Verlaufe beschrieben worden, wie sie bei einem Minerale stattfindet, wenn dasselbe unabhängig von anderen Mineralien verwittern kann. Allein diese Art der Verwitterung kann in der Natur nur da stattfinden, wo eins dieser Mineralien als eine selbstständige Felsmasse isolirt aus der Erdoberfläche hervorragt. Dieses ist nun aber der seltenere Fall; denn einerseits erscheinen die meisten derselben in der Regel mit anderen Mineralien auf manichfache Weise zu gemengten Felsarten verwachsen, oder sie stehen mit

anderen Felsarten in Wechsellagerung, welche nun durch ihre eigenen Verwitterungsproducte auf ihre Masse einwirken, oder endlich werden sie von Gewässern durchzogen, welche ihre Masse anzuätzen und zu zersetzen vermögen. Einige Beispiele werden das eben Ausgesprochene erläutern und bestätigen.

a) Gemeine Hornblende verwittert für sich allein nur schwer und gibt dann nur einen kärglichen Letten, welcher den Pflanzen nichts weiter als kleine Portionen lösliches Kalk- und Magnesiacarbonat spenden kann. Ist aber die Hornblende mit Oligoklasfeldspath, welcher leichter verwittert und dann neben eigentlichem fetten Thon auch lösliches kieselsaures Kali und Natron producirt, verwachsen, wie dieses z. B. bei dem Diorite der Fall ist, so treiben die aus dem Oligoklas ausgelaugten Alkalien die Hornblende an, ihre Kalkerde und Magnesia auszustoßen und dafür Kali und Natron aufzunehmen, wodurch sie nun in leichter zersetzbaren Glimmer umgewandelt wird und endlich bei der vollen Zersetzung der Dioritmasse einen reichlichen Thonboden gibt, welcher lösliches Kalkerde-, Magnesia-, Kali- und Natroncarbonat spenden kann.

b) Thonschiefer verwittert für sich allein schwer und langsam. Wenn aber seine Masse viel Eisenkiese, zu denen Luft und Feuchtigkeit gelangen kann, beigemengt enthält, dann geben diese bei ihrer bald eintretenden Verwitterung freie Schwefelsäure und Eisenvitriol, mittelst deren die Masse des Thonschiefers angeätzt und bald in Alaunschiefer umgewandelt wird, welcher nun durch Feuchtigkeitsanziehung eine zähe, schmierige Thonmasse und löslichen Alaun gibt.

c) In der Zechsteinformation Thüringens lagert unter dem Kupferschiefer, einem von vielem Kupferkies durchzogenen Mergelschiefer, ein grauer Sandstein mit kalkhaltigem Bindemittel. Die Kupferkiese verwittern unter Lufttritt zu, im

Wasser löslichen, Eisen- und Kupfervitriol. Durch die Lösungen dieser beiden Salze wird nun der kohlensaure Kalk nicht nur des Kupferschiefers, sondern auch des unter demselben lagernden grauen Mergelsandsteins in der Weise zersetzt, daß zunächst aus dem kohlensauren Kalk schwefelsaurer Kalk, d. i. Gyps und dann aus dem Eisen- und Kupfervitriol kohlensaures Kupferoxydhydrat, d. i. grüner Malachit und blaue Kupferlasur und außerdem noch kohlensaures Eisenoxydul (Eisenspath) und aus demselben durch Anziehung von Sauerstoff Brauneisenerz wird. Dieser gegenseitige Zersetzungs- und Umwandlungsproceß kommt sehr häufig und überall da vor, wo Wasser Lösungen von schwefelsauren Metalloxyden enthält und durch Spalten in kalkhaltige Gesteinmassen einsintert.

Diese, aus der Natur entlehnte, Beispiele geben nicht nur Belege für die oben ausgesprochenen Angaben, sondern zeigen zugleich auch, unter welchen Verhältnissen die Verwitterungsart einer Mineralmasse abgeändert werden kann; denn sie lehren, daß der Verwitterungsgang und auch die Verwitterungsart eines Minerales anders wird:

1) wenn ein an sich schwer verwitterndes Mineral verwachsen ist mit einem anderen leichter verwitterdem Minerale, welches bei seiner Umwandlung Stoffe entwickelt, durch welche das schwer verwitternde Mineral angeätzt und zersetzt werden kann;

a. Die Feldspathe und Zeolithe, welche leicht verwittern, wirken in dieser Beziehung stets zersetzend ein auf die mit ihnen verwachsenen Hornblenden und Augite.

b. Die verwitternden Eisenkiese wirken stets zersetzend auf die sie einschließenden Gesteine, namentlich auf Dolomit, Kalkstein, Mergel, Thonschiefer, Schieferthon, Chlorit und Serpentin.

2) wenn eine Mineralmasse unter einer leichter verwitternden Felsmasse so lagert, daß aus der letzteren die im Wasser löslichen Zersetzungsproducte in ihre Masse gelangen können;

3) wenn überhaupt Wasser zu der Masse einer Felsart gelangen kann, welches Substanzen in sich gelöst enthält, die zersetzend auf diese Masse einwirken können.

Daß endlich auch das Gefüge auf die miteinander verwachsenen, ungleichartigen Minerale einwirken und die Verwitterungsart der einzelnen abändern kann, ist oben schon angedeutet worden. Hier sei daher nur nochmals darauf aufmerksam gemacht, daß wenn eine Felsart aus zweierlei, ungleich schnell verwitternden Mineralarten besteht, dieselbe leichter verwittert, wenn sie ein grobkörniges Gefüge hat, weil dann bei der Verwitterung des einen ihrer Gemengtheile größere und darum zur Aufnahme und zum Festhalten der Verwitterungsagentien geeignetere, Lücken in der Masse der Felsart entstehen.

§. 56. Die Verwitterung der krystallinischen Felsarten. — Es ist bis jetzt vorzüglich der Gang und die Art der Verwitterung bei den einzelnen krystallinischen Mineralarten besprochen worden. Nur zuletzt mußte darauf hingedeutet werden, daß einerseits durch die Verwachsung der einzelnen Mineralien unter einander und anderseits durch die Ablagerungsverhältnisse einer Mineralmasse der Verwitterungsproceß mannichfach abgeändert wird. Alles dieses tritt nun ganz besonders hervor bei den Felsarten, wenigstens bei den krystallinischen, welche ja in der That nichts weiter sind als massige Entwicklungen sei es eines einfachen Minerales, sei es eines Aggregates von unter einander verwachsenen, verschiedenen Mineralarten. Von der Verwitterung dieser Felsarten nun soll im Folgenden namentlich die Rede sein.

Obgleich nun auf die krystallinischen Felsarten ganz dieselben Verwitterungspotenzen und Zersetzungsmittel einwirken, wie auf die einzelnen krystallinischen Mineralien, obgleich auch ihre Verwitterungsart in ähnlicher Weise vor sich geht und ähnliche Producte, wie bei den krystallinischen Mineralien, schafft, so ist doch in mancher Beziehung der Gang ihrer Verwitterung und das letzte Product ihrer Zersetzung ein anderes, weil jede Felsart sich in gewisser Abhängigkeit von anderen mit ihr in Lagerungsbeziehungen stehenden Felsarten befindet, welche durch ihre Zersetzungsproducte auf die von ihnen überdeckte oder umschlossene Gesteinsmasse einwirken können, oder, wie dieses namentlich bei den gemengten Felsarten der Fall ist, unter den miteinander zum Ganzen verwachsenen Mineralarten eines Gesteines der eine Gemengtheil durch seine Verwitterungsproducte auf den anderen einwirken kann, wie oben schon gezeigt worden ist. *In allen Fällen ist darum das letzte Verwitterungsproduct namentlich von einer gemengten krystallinischen Felsart nicht mehr ein einfaches, wie es eine einzelne Mineralart liefert, sondern ein Gemisch von den sämmtlichen Verwitterungsproducten der in einer Felsart zusammen verwachsenen Mineralarten.* Ein Beispiel wird dieses klar machen.

Der Granit ist ein Gemenge von Feldspath, Glimmer und Quarz. Nun producirt der Feldspath für sich allein reinen Thon, der Quarz Sand und der Glimmer eisenschüssigen Thon; mithin besteht das letzte Product eines zersetzten Granits aus einem Gemische von reinem und eisenschüssigen, mit Quarzsand untermischten, Thon. Ob nun dieser Thon sich mehr dem reinen, weißen oder mehr dem braunen, mit kieselsaurer Magnesia und Eisenoxyd gemischten Thon des Glimmers nähert und ob er ärmer oder reicher an Sand ist, das hängt von der größeren oder geringeren Menge des

in dem Granite vorhandenen Glimmers und Quarzes ab. Wie nun aber das Krumengemenge des Granites ein anderes ist, als das vom einfachen Feldspathe oder vom einfachen Glimmer, so zeigen sich auch die bei der Verwitterung entstehenden und im Wasser löslichen Salze oder Auslaugungsproducte des Granites der Menge und der Art nach anders als nur bei dem einfachen Feldspathe oder nur bei dem Glimmer. Denn während z. B. der Oligoklas für sich allein nach und nach 8,5 Proc. Natron, 3—5 Proc. Kali und 4 Proc. Kalk, und der Magnesiaglimmer für sich allein 5 Proc. Kali und einige Proc. Magnesia bei seiner Zersetzung durch kohlensaures Wasser producirt, gibt jedes aus diesen Mineralien zusammengesetztes Granitstückchen außer den 8 Proc. Natron noch 8—10 Proc. Kali, 4 Proc. Kalk und auch mehrer Proc. kohlensaure Magnesia, also ein Gemisch von den sämmtlichen Auslaugungsproducten des Oligoklases und Glimmers, vorausgesetzt, daß diese granitischen Bestandtheile zu gleicher Zeit sich zersetzen.

Am meisten nähern sich noch die einfachen krystallinischen Felsarten in ihrer Verwitterung und den durch dieselbe entstehenden Producten der sie zusammensetzenden einfachen Mineralart, wenn anders nicht ihre Masse viel zufällig beigemischte Mineralien umschließt und auch nicht mit anderen Felsarten in Lagerungsverbindung steht, welche durch ihre auslaugbaren Verwitterungsproducte auf ihre Masse einwirken. Sie bedürfen daher hier auch weiter keiner Erwähnung; für sie gilt dasselbe, was schon über die Verwitterungsproducte der einfachen krystallischen Mineralindividuen gesagt worden ist.

Anders aber ist es mit den gemengten krystallinischen Felsarten. Die Verwitterungsproducte dieser Erdrindemassen bedürfen noch einer ausführlichen Betrachtung.

Bei dem gewöhnlichen Gange der Verwitterung werden

diese, wie wohl alle, Erdrindemassen durch den Wechsel von Frost und Hitze und das in den Gesteinsritzen zu Eis erstarrende und sich dabei ausdehnende Wasser zuerst in gröbere und kleinere, sandartige Gesteinstrümmer (in sogenannten Steinsschutt) zermalmt. Die kleinen, sandartigen Individuen dieser Trümmer, welche man gewöhnlich Grus nennt, bestehen nun entweder aus Felsbröckchen, deren jedes aber noch die sämmtlichen Mineralgemengtheile besitzt, welche der ganzen Felsart, ihrem Muttergesteine, zustehen, und bilden dann den eigentlichen oder Fels-Grus; oder aus Krystallbruchstücken, Körnern und Blättchen der einzelnen Mineralarten, welche früher das Gemenge ihres Muttergesteines bildeten und stellen dann den Mineralsand oder Mineralgrus dar.

So bilden bei dem zertrümmerten Granite die einzelnen Granitbröckchen, deren jedes noch aus Feldspath, Quarz und Glimmer besteht, den Granitgrus; dagegen die bei der Zertrümmerung des Granits entstandenen einzelnen Feldspathstücken und Glimmerschüppchen Feldspath- und Glimmergrus. Der Granitgrus bildet bei seiner Zersetzung die Verwitterungsproducte des Granites, der Feldspathgrus aber liefert nur die Zersetzungsproducte des Feldspathes. Es ist darum wohl der Unterschied zwischen Fels- und Mineralschutt zu beachten; denn jener liefert dieselben Verwitterungsproducte, wie seine Mutterfelsart; der Mineralschutt aber gibt nur die Producte von einzelnen Gemengtheilen seines Muttergesteines.

Von diesen beiden Arten des Gruses kommen übrigens Fels- und Mineralgruß zugleich nur bei den deutlich gemengten, am ausgeprägtesten bei den grobkörnigen und porphyrischen, Felsarten vor; nur Felsgrus zeigen dagegen die

undeutlich gemengten, dichten und scheinbar gleichartigen Gesteine; und nur Mineralgrus endlich findet sich bei den ganz einfachen Felsarten.

Die Zertrümmerung einer Felsart zu Grus und Sand ist für die chemische Zersetzung der Gesteinsmassen von der größten Wichtigkeit. Die Natur verfolgt bei dieser Zertrümmerung eines Gesteines zu Grus ganz denselben Zweck, welchen der Chemiker, welcher ein Mineral in Säuren auflösen oder es mit denselben zersetzen will, im Auge hat, wenn er dieses Mineral vor der Bearbeitung mit Säuren erst zu Pulver zerstampft. Denn je kleiner die Körnchen sind, in die eine Masse zertheilt worden ist, um so leichter können die Zersetzungsagentien diese Körnchen von allen Seiten angreifen und in ihr Inneres eindringen.

Bei dem weiteren Verlaufe der Verwitterung zeigt sich nun der Grus von doppeltem Verhalten gegen die auf ihn einwirkenden Verwitterungsagentien.

a) Der Felsgrus, welcher nach dem Obigen stets als ein Gemenge von verschiedenen Mineralien anzusehen ist, erscheint entweder zusammengesetzt aus lauter noch zersetzbaren Mineralien, z. B. aus Feldspath und Hornblende im Syenit oder Diorit, oder aus zersetzbaren und nicht weiter zersetzbaren Mineralien, z. B. aus zersetzbarem Feldspath und Glimmer und nicht zersetzbarem Quarze im Granit und Gneiß. Ist nun das Erste der Fall, dann bildet der Felsgrus, wie früher schon bemerkt, einen veränderlichen Sand, d. i. einen Sand, dessen Masse allmählich vollständig aus einer Grusaggregation oder aus einem Boden verschwindet, indem er nach und nach entweder ganz oder doch theilweise aufgelöst und im letzten Fall zum Theil in Erdkrume umgewandelt wird. Ein solcher veränderlicher Felsgrus gibt immer für bestimmte Bodenarten ein gutes Düngmittel ab, indem er nicht nur die Krumenmasse derselben vermehrt, son-

dern auch die in einem Boden wurzelnden Pflanzen immer mit Nahrung versorgt. Ja es kann selbst ein an sich ganz bindungsloser und scheinbar unfruchtbarer Sandboden durch solchen vergänglichen Grus allmählich fruchtbarer und erdkrumenreicher werden, wie der Sand Norddeutschlands beweist.

Enthält nun aber ein Gestein neben zersetzbaren Mineralien auch noch Quarz, dann producirt es bei seiner Verwitterung einen Felsgrus, dessen einzelne Knöllchen bei ihrer weiteren Verwitterung nicht blos vergänglich, sondern in ihren Quarzkörnern auch unvergänglichen Sand produciren. Dieses ist z. B. der Fall bei dem Granit-, Gneiß-, Glimmerschiefer- und Phorphyrgrus.

b) Anders ist es mit dem nur aus einfachen Mineralien gebildeten Mineralgrus. Dieser bildet entweder nur vergänglichen, oft sogar ganz verschwindenden Grus, so von dem in reinem oder in kohlensaurem Wasser ganz auflöslichen Gyps und Kalkstein, oder nur unvergänglichen Grus, so von Quarz, Hornstein, Kieselschiefer.

Nach allem eben Mitgetheilten bilden sich also aus dem Gruse der gemengten krystallinischen Gesteine bei der vollständigen Verwitterung folgende Producte:

Der gröbere Grus zerfällt allmählich zu Sand.

Dieser ist

a) unveränderlich, wenn er sich nicht weiter zersetzt und demnach auch keine Erdkrume bildet. Er entwickelt sich aus dem Quarzgehalte der Felsarten.

b) veränderlich, wenn er sich noch weiter zersetzt. Derselbe ist nun

1) in reinem oder kohlensaurem Wasser ganz lösbar und demnach ganz vergänglicher Sand. Er besteht aus Kalk-, Dolomit- oder Eisenspath.

2) nur theilweise lösbar und stets der Erzeuger von unlöslichem erdigen Rückstand, namentlich von Thonsubstanz. Er ist also halbvergänglicher Sand. Er besteht aus

Silicaten oder Mergel.

Die **Silicate** sind demnach die **eigentlichen Erdkrumerzeuger** und **Thonproducenten**, aber zugleich auch die **besten und nachhaltigsten Bereiter der verschiedensten Pflanzen-Nahrungsstoffe**. Da nun alle gemengten krystallinischen Felsarten wenigstens zweierlei Silicate unter ihren Bestandtheilen haben, so müssen sie auch alle einen Thon haltigen Boden bei ihrer Verwitterung produciren. Indem nun aber die Mineralgemengtheile dieser Felsarten nicht alle in gleicher Zeit und in gleichem Masse verwittern, sondern die einen schneller, die andern langsamer, so wird sich in dem Verwitterungsboden aller gemengter Felsarten immer auch noch veränderlicher, noch nicht zersetzter, Fels- und Mineralgrus befinden, welcher gewissermaßen das Magazin bildet, aus welchem dem Boden so lange neue Erdkrumentheile und neue Pflanzenstoffe zugeführt werden, als eben noch Spuren von Grus in ihnen vorhanden sind. Demgemäß wird also auch ein Boden, welcher gar keinen veränderlichen Grus oder Sand besitzt, auch keine Mittel mehr besitzen, um die, ihm von der in ihm wurzelnden Pflanzenwelt entzogenen, löslichen Mineralsalze wieder zu ersetzen; er würde daher nur noch aus todter Erdkrume bestehen, wenn ihm nicht einerseits durch die sich zersetzenden Abfälle der ihn bewohnenden Pflanzen und andererseits durch, von Außen her ihn durchdringendes, Wasser oder auch durch Menschenhand wieder solche lösliche Mineralsalze zugeführt würden.

§. 57. **Verwitterungsproducte der Gruppen und wichtigeren Arten der gemengten krystallinischen Felsarten.** — Es sind im Vorigen die allgemeinen Verwitterungsproducte der gemengten krystallinischen Felsarten besprochen worden; bei den Arten der einzelnen Gesteinsgruppen treten jedoch nach den in ihren Gemengen vorherrschenden Mineralien und nach der Art ihres Gefüges

so mancherlei Abweichungen in ihrer Verwitterung hervor, daß wir diese letztere bei den einzelnen Gesteinsgruppen näher kennen lernen müssen.

A. Verwitterung der feldspathreichen Gesteine. In ihrem Gemenge herrscht stets eine kieselsäure- und alkalienreiche Feldspathart (Orthoklas, Oligoklas, Sanidin) vor. Die mit derselben verbundenen Mineralarten können sein Quarz, Kali- oder Eisenglimmer und gemeine Hornblende. Dieser Zusammensetzung gemäß muß das letzte Product ihrer Verwitterung stets ein Gemisch von fettem Thon mit mehr oder weniger Grus theils von den ebengenannten Mineralien, theils auch von den in diese Gruppe gehörigen Felsarten, namentlich von Granit, Gneiß, Porphyr oder Trachyt sein, während die durch den Verwitterungsproceß sich entwickelnden Auslaugungsproducte vorzüglich aus, in Kohlensäure haltigem Wasser löslichen, Salzen des Kali's und Natrons, weniger der Kalkerde oder der Magnesia, nicht selten aber auch des Flußspathes bestehen. Ob nun der bei der Verwitterung dieser Feldspathgesteine entstehende Thon weißer Kaolin (d. i. Porzellanthon) oder ockergelber gemeiner Thon oder auch Lehm ist, das hängt einerseits von der Art ihrer Verwitterung und andererseits von der Menge des in ihnen enthaltenen Glimmers und der Hornblende ab. — Geht nemlich die Verwitterung dieser Gesteine unter Abhaltung des Sauerstoffes und unter dem ungehemmten Einflusse von Kohlensäure oder quellsaures Alkali (Ammoniak) haltigem Wasser vor sich, wie dieses namentlich der Fall ist, wenn eine Gesteinsoberfläche eine starke Decke von verwesenden Pflanzenabfällen besitzt, dann wird alles, in dem Feldspathe, dem Glimmer oder der Hornblende vorhandene, Eisenoxydul in doppeltkohlensaures oder quellsaures Eisenoxydul umgewandelt und als solches vom Wasser ausgelaugt, wodurch dem sich

entwickelnden Thone alle Beimengung von Eisenoxyd und mit diesem das ockergelbfärbende Mittel entzogen wird, so daß nun der Thon selbst weiß erscheint. Indem ihm nun auch durch kohlensaures Wasser allmählich alle Salze der Alkalien entzogen werden, bildet er zuletzt reines kieselsaures Thonerdehydrat, d. i. Kaolin. Befördert wird dieser Kaolinbildungsproceß noch dann, wenn in einem Feldspathgesteine nur wenig Glimmer oder Hornblende vorhanden ist; denn diese beiden Mineralien sind die hauptsächlichen Lieferanten des Eisenoxyds, woher es auch kommt, daß glimmerarmer Granit, hornblendearmer Syenit, Trachyt, Granulit und Felsitporphyr weit mehr und reineres Kaolin liefern, als glimmerreiche Granite und hornblendereiche Syenite. — Anders ist es dagegen mit den Feldspathgesteinen, welche unter vollem Zutritt von Sauerstoff verwittern; denn in diesem Falle wird ihr ganzer Eisenoxydulgehalt in Eisenoxydhydrat umgewandelt, welches sich nun mit dem entstehenden Thone mischt und denselben in ockergelben gemeinen Thon umwandelt, mit welchem sich dann auch noch die aus ihrem Glimmer- und Hornblendegehalte entstehenden Verwitterungsproducte mischen.

Ueber die Verwitterungsproducte einzelner, hierher gehöriger Felsarten ist nun im Besonderen noch Folgendes zu bemerken:

a) Der Granit zeigt sich in der Art und den Producten seiner Verwitterung verschieden je nach der Art seiner Gemengtheile, seines Gefüges und seiner vorherrschenden Farbe:

1) Granit, welcher vorherrschend aus Oligoklas, Quarz und schwarzem (Magnesia- oder Eisen-) Glimmer besteht, verwittert weit schneller, als der vorherrschend aus Orthoklas, Quarz und weißem (Kali-) Glimmer gebildete.

Es gibt dann:

Oligoklasgranit		Orthoklasgranit	
an Auslaugungsproducten:	an unlöslichen Rückstand:	an Auslaugungsproducten:	an unlöslichen Rückstand:
Carbonate und lösliche Silicate von 8—10 Proc. Natron, 5—8 „ Kali, 4—5 „ Kalk, 10—12 „ Magnesia.	einen unrein braunrothen, kieselreichen, lehmartigen, mit Quarz und Glimmerschüppchen untermengten, Thon.	Carbonate und lösliche Silicate von 1—4 Proc. Natron, 20—25 „ Kali, 0—2 „ Kalk.	einen weißlichen oder ockergelben, fetten, mit Orthoklas, Quarz und Glimmer untermengten, Thon.

2) Grobkörniger Granit verwittert bei sonst gleichem Gemenge schneller als feinkörniger und gibt einen mit viel verwitterten Fels- und Mineralsand untermengten, warmen, verdunstenden Lehmrückstand, während der feinkörnige sehr langsam verwittert und einen nur mit Felsgrus untermengten, immer zur Nässe geneigten, schmierigen Thon gibt.

3) Mit vielem schwarzen Glimmer versehener Granit verwittert schneller als mit weißem Glimmer versehener.

b) Der **Gneiß** hat dieselben Gemengtheile wie der Granit, aber ein anderes Gefüge. Wenn er daher auch bei seiner vollständigen Zersetzung ziemlich dieselben Auslaugungsproducte und denselben erdigen Rückstand zeigt, wie der Granit, so ist doch sein Verwitterungsgang ein anderer. Dieser letztere ist zum großen Theile abhängig einerseits von dem Gefüge und andererseits von der Ablagerungsweise des Gneißes. In dieser Beziehung ist hauptsächlich Folgendes zu bemerken:

1) Je vollständiger schiefrig, je glimmerreicher also, ein Gneiß bei sonst gleichen Gemengtheilen und gleicher Ablagerungsweise ist, desto langsamer verwittert er;

2) Je wagrechter abgelagert ein Gneiß bei sonst gleichen Gemengtheilen und gleichem Gefüge ist, um so weniger können die Verwitterungspotenzen auf seine Masse einwirken, wenn

anders nicht seine Schiefermassen von senkrechten Rissen durchsetzt sind. Denn bei einem glimmerreichen Gneiß bilden die Glimmerlagen vollständig zusammenhängende, Lagen, welche, wie bei der Beschreibung des Glimmers schon angegeben worden ist, die Sonnenstrahlen um so mehr zurückwerfen, je ebener die Glimmerlagen und je wagrechter abgelagert die Gneißmasse erscheint. In Folge davon können nun auch die Verwitterungsagentien nur wenig oder gar nicht zersetzend auf die Gneißmasse einwirken. — Wenn aber bei einem Gneiße die Glimmerlagen unterbrochen und von Feldspathlagen durchsetzt sind oder wenn die Schiefermassen des Gneißes mehr oder weniger aufgerichtet stehen, so daß die Verwitterungsagentien auf dem Querbruch der Gneißmasse einwirken können, dann vermögen auch diese Agentien auf die zwischen den Glimmerlamellen befindlichen Feldspathlagen einzuwirken. Die Folge davon ist, daß die so aufgerichteten Gneißmassen schneller und zwar von Innen nach Außen verwittern, so daß ihre glimmerreiche Außenfläche oft noch ganz frisch aussieht, während ihre inneren Feldspathlagen schon zu Thon verwittert sind. Indem nun aber solche thonige Feldspathlagen sich voll Wasser saugen und dadurch allmählich schlammig werden, verliert allmählich die ganze Gneißmasse den Zusammenhalt und stürzt in einen, mit unzähligen Gneiß- und Trümmerstücken untermengten, ockergelben Thonschlamm zusammen, welcher bei seiner allmählichen Austrocknung einen, den Granit ähnlichen, aber mit unzähligen Glimmerschuppen untermengten und damit lockeren, leicht verdunstenden, thonigen Boden gibt.

c) Der Felsitphorphyr hat, wie im Abschnitte d unter β §. 44 bei Nr. 6 gezeigt worden ist, zwar stets eine felsitische Grundmasse, aber diese ist bald reich bald arm an pulveriger Kieselsäure, ja oft auch durch die Verwitterung thonig geworden. Demgemäß ist nun auch unter sonst gleichen Verhältnissen die Schnelligkeit und Art ihrer Verwitterung

verschieden. Im Allgemeinen gelten in diesen Beziehungen folgende Erfahrungen:

1) Der an Kieselsäure überreiche Hornsteinporphyr verwittert am langsamsten und gibt eine magere, mit zahlreichen Kieselfelsitsplittern untermengte, kaolinische Thonkrume. Am ersten geht seine Verwitterung noch vor sich in den Spalten, von denen seine Masse oft stark durchsetzt erscheint.

2) Der quarzhaltige und quarzlose Felsitporphyr würde schon schneller verwittern, weil seine Grundmasse feldspathreicher ist; aber da diese Grundmasse an sich dicht ist und demgemäß die Verwitterungsagentien an ihrer Oberfläche nicht fest genug haften können, so geht doch ihre Zersetzung nur sehr langsam vor sich, so lange sie nicht viele und große Feldspathkrystalle enthält. Diese Krystalle machen die dichte Fesitmasse um so rauher, je größer sie sind und je mehr derselben die Porphyrgrundmasse durchsetzen. An ihnen und ihrer nächsten Umgebung beginnt daher auch die Verwitterung am ersten. Verhältnißmäßig schnell werden sie in Kaolin oder Thon umgewandelt, welcher gewöhnlich durch Wasser ausgeschlämmt wird, so daß nun an ihrer Stelle Lücken in der Felsitmasse entstehen, in denen sich Wasser mit Sauerstoff und Kohlensäure festsetzen und um so nachhaltiger auf die noch übrige Porphyrmasse einwirken kann. In allem diesen liegt der Grund, warum einerseits Felsitporphyre um so leichter verwittern, je mehr und je größere Feldspathkrystalle in ihrer Grundmasse eingebettet liegen und andererseits diese Grundmasse sich in der nächsten Umgebung der in ihr eingebettet liegenden Krystalle immer am ersten und stärksten verwittert zeigt, so daß sich häufig die in ihr noch vorhandenen, aber schon halbzersetzten Feldspathkrystalle aus ihrer Grundmasse herausheben lassen. Dieses alles vorausgesetzt ist nun das letzte Verwitterungsproduct des am häufigsten vorkommenden quarzhaltigen Felsitporphyres ein mit pulveriger

Kieselsäure innig gemischter Thon d. i. Lehm ist, welcher außerdem auch noch gröberen Sand von Quarzkörnern und Feldspathstückchen beigemengt enthält. Anders dagegen ist es mit dem quarzlosen Felsitporphyr. Enthält dessen Masse unter ihren chemischen Bestandtheilen viel Eisenoxydul, so entsteht aus ihr ein fetter, ockergelber Töpferthon; ist sie aber eisenfrei, so bildet sie weißen Kaolinthon. Die bei dieser Umwandlung der Porphyrmasse in Thon frei werdenden Auslaugungsproducte sind zwar wie beim Granit vorzüglich kieselsaures und kohlensaures Natron, wozu beim Vorhandensein von Oligoklas auch meist noch 2—5 Proc. kohlensaure Kalkerde kommt; da sich aber die Porphyrmasse weit langsamer zersetzt, als der Granit, so kommen diese Auslaugungsproducte auch nur nach und nach und darum spärlicher mit einem Male zum Vorschein.

d) Der Trachyt steht seinem Gefüge und Gemenge nach dem Felsitporphyr sehr nahe, indem er eine felsitähnliche, bald feinkörnige, bald scheinbar dichte, häufig aber auch sehr poröse, zerfressene, rauhanzufühlende Grundmasse hat, in welcher oft ausgebildete Krystalle theils von Oligoklas oder Sanidin, theils von Quarz, theils auch Glimmerblättchen oder Hornblendesäulchen eingebettet liegen. Je nach dieser verschiedenartigen Zusammensetzung nun muß man bei ihm ähnlich wie beim Porphyr folgende Gruppen und Arten unterscheiden:

1) Quarztrachyte, deren Grundmasse ein kieselreicher Felsit ist und der Grundmasse des Hornsteinporphyrs entspricht. Diese Gruppe von Trachyten ist gewöhnlich weiß, gelblich, graulich oder röthlich, schwer zersprengbar, hart und sieht bald einem körnigen Quarzfels, bald einem porösen Granite, bald auch einem gebleichten Porphyr ähnlich und enthält im letzten Falle in ihrer Grundmasse Krystalle theils von Quarz allein, theils von Oligoklas und Sanidin, theils von diesen und zugleich auch vom Quarz. Bei ihrer chemischen

Zerlegung zeigen diese Trachyte 72—78 Kieselsäure, 11—14 Thonerde, 3—6 Kali, 2—7 Natron, 0,5—2 Kalk, 0,5 Magnesia und 1—2 Eisenoxyd. Sie verwittern daher in Folge ihres starken Kieselsäuregehaltes und ihrer kleinen Mengen von Alkalien, namentlich von Kalkerde, nur sehr langsam und geben einen weißlichen oder ledergelben, mit feinem Kieselmehl und auch mit Quarzsand untermengten, lehmigen Thon.

2) Quarzlose Trachyte oder eigentliche Trachyte, welche eine meist rauhe oder poröse, wenig oder nicht glänzende, weiße oder hellgraue, selten dunkel gefärbte Grundmasse besitzen, welche keinen Quarz enthält und theils nur Sanidin (glasigen Feldspath) theils aus diesen und zugleich auch aus Oligoklas gebildet wird, und in welcher gewöhnlich verschiedengroße, tafel- und säulenförmige Krystalle entweder nur von Sanidin oder auch von Oligoklas eingebettet liegen. Die Trachyte, welche vorzüglich am Siebengebirge (ausgezeichnet am Drachenfels), wo sie zugleich Sanidin- und auch Oligoklaskrystalle enthalten, und am Alsberg bei Bieberstein auf der Rhön, wo sie aber nur Sanidin besitzen, vorkommen, enthalten in ihrer Masse 63—25 Kieselsäure, 16—20 Thonerde, 3—6 Kali, 2—5 Natron, 2—3 Kalkerde, 0,5—1 Magnesia und 4—5 Eisenoxyd. Ihre Verwitterung geht um so schneller vor sich, je poröser ihre Grundmasse ist und je mehr sie große Sanidin- und Oligoklas- und Sanidinkrystalle enthält. Das letzte Verwitterungsproduct von ihnen ist ein hellgefärbter Thon, welcher sich in seinen Eigenschaften dem Kaolin nähert und an Auslaugungsproducten 2—4 Proc. kohlensaures Kali, 4—6 Proc. Natronsalze und 1—2 Proc. kohlensauren Kalk zeigt.

e) Zu den trachytischen Gesteinen gehört auch der Phonolith oder Klingstein, welcher z. B. auf der Rhön an der Milseburg und Pferdekuppe, sowie bei Teplitz und Kostenblatt in Böhmen vorkommt. Seine dichte, dunkelgrünlichgraue

oder auch gelblichgraue Hauptmasse, in welcher oft Sanidinkrystalle eingebettet liegen, besteht theils aus in Salzsäure löslichen, wahrscheinlich einem Natrolith angehörigen, Gemengtheilen theils aus in Säuren unlöslicher Feldspathmasse und zeigt bei ihrer Zerlegung: 57—58 Kieselsäure, 18—22 Thonerde, 5—7 Kali, 5—8 Natron, 2—4 Kalkerde und 2,5—5 Eisenoxyd. Je nach der Menge der in dieser Masse vorhandenen, löslichen Bestandtheile erscheint der Phonolith bald schneller, bald leichter verwitterbar. Bei dem Beginne seiner Verwitterung aber wird zuerst seine Farbe lichter, dann bildet sich eine weiße, mit Säuren gewöhnlich etwas aufbrausende, kohlensauren Kalk haltige Thonrinde; endlich zerfällt das ganze Gestein in blättrigen Grus, dessen einzelne Schieferblätter nun weiter sich zu einem weißen, das Wasser sehr festhaltenden, Thon zersetzen und dabei an Auslaugungsproducten Kali-, Natron- und Kalkcarbonat in bedeutender Menge liefern.

B. Verwitterung der glimmerreichen Schiefergesteine. — Die hierher gehörigen Felsarten sind, wie schon in der Beschreibung derselben (§. 42) gezeigt worden ist, theils einfach, so namentlich mancher Glimmer- und Chloritschiefer, theils Gemenge von Glimmer und Quarz (so gar mancher Glimmerschiefer) oder von Glimmer, Chlorit und Quarz, wozu dann häufig auch noch mehr oder weniger Oligoklas und Hornblende tritt; (so der fast stets undeutlich gemengte und scheinbar gleichartig aussehende Thonschiefer). In Folge ihres vorherrschenden Glimmer- oder Chloritgehaltes besitzen alle diese Felsarten ein vollkommen, bald eben, bald wellig, schiefriges Gefüge. Die Verwitterung dieser, die Hauptketten der meisten Gebirgszüge bildenden Felsarten ist nun abgängig einerseits von der Art ihres Schiefergefüges und der Ablagerungsweise ihrer Schiefermassen und andererseits von der mineralischen Beschaffenheit ihres Gemenges.

Was zunächst den Einfluß ihres Gefüges und ihrer Ablagerungsweise auf den Gang ihrer Verwitterung betrifft, so ist schon früher, z. B. bei der Verwitterungsweise des Gneißes, darauf aufmerksam gemacht worden, daß alle Schiefergesteine um so schwerer und langsamer verwittern, je vollkommener ihr Schiefergefüge, je ebener und glatter die Oberfläche ihrer Schieferplatten und je wagrechter abgelagert ihre Schiefermassen sind; denn je mehr dieses alles der Fall ist, um so weniger können die Wärmestrahlen und dann die Verwitterungsagentien auf sie einwirken. Wie von einer Spiegelfläche gleiten die Wärmestrahlen und Wassertropfen von einer solchen ebenen, glatten und glitzernden Schiefermasse ab, und es können lange Zeiträume verfließen, ehe sich auf ihr Verwitterungs- oder Rostflecke, wie der Volksmund es bezeichnend nennt, bilden. — Anders zeigt sich aber dieses Verhältniß der Schiefermassen, wenn einerseits ihre Schieferung runzelig, faltig oder wellig ist oder von einzelnen ihrer Gemengtheile unterbrochen wird und andererseits ihre Ablagerungen von senkrechten Querrissen durchsetzt oder stark in die Höhe gerichtet sind. In allen diesen Fällen findet das Atmosphärenwasser mit seinen getreuen Begleitern, dem Sauerstoffe und der Kohlensäure, Haftpunkte, von denen aus es die Schiefermassen angreifen kann. Verbleichende oder rostfarbige Flecken an ihrer Oberfläche und Zerblätterung ihrer Tafeln zeigt dann schon die Wirksamkeit der Verwitterungspotenzen an. Am wirksamsten indessen treten diese letzteren an den blosgelegten Enden oder Köpfen der aufgerichteten Schiefermassen auf. Durch den Wechsel der Temperatur und das zwischen diese letzteren eingesinterte Wasser werden die einzelnen Schieferlager auseinander getrieben, so daß zwischen ihnen klaffende Risse und Spalten entstehen, welche dann dem Atmosphärenwasser um so leichteren und volleren Eingang in das Innere der Schiefer

verschaffen. In diesen Rissen nun wirkt das eingedrungene Wasser in doppelter Weise zerstörend auf die von ihm durchdrungenen Schiefermassen ein: Mit seinem Sauerstoffe und seiner Kohlensäure die Masse der einzelnen Schieferplatten anätzend macht es dieselbe mürb oder auch geradezu erdig („faul"). Wenn nun während des Sommers starke und langandauernde Regengüsse eintreten oder in der Winterzeit das zwischen den Schieferlagen befindliche Wasser zu Eis erstarrt, so treibt es die ganze Schiefermasse so auseinander, daß selbst umfangreiche Bergketten in ein Chaos von Thonschlamm und unzähligen großen und kleinen Schiefertrümmern zerschellt werden.

Nächst dem Gefüge und der Ablagerungsweise wirkt nun aber auch die Art der Gemengtheile und deren chemische Zusammensetzung vorzüglich auf die Verwitterungsweise der Schiefergesteine ein. Was zunächst den Glimmer- und Chloritschiefer anbetrifft, so ist über die Verwitterung dieser beiden Felsarten schon das Nöthige bei der Beschreibung des Glimmers und Chlorites (§. 31 und §. 32) und in der tabellarischen Uebersicht der Verwitterungsproducte der krystallinischen Mineralien (§. 53) mitgetheilt worden. Diese Schiefer bedürfen daher hier keiner weiteren Erörterung mehr. Anders aber ist es mit dem Thonschiefer. Dieser, welcher, soweit seine scheinbar gleichartige Beschaffenheit eine Untersuchung zuläßt, als ein inniges Gemenge:

bald von feinzertheiltem Glimmer, kieselsäurereichem Feldspath und Quarz,
bald von feinzertheiltem Glimmer, Hornblende und Quarz,
bald von Eisenchlorid (Delessit), Hornblende und Quarz,
bald auch von Graphit (Kohlenstoff), kieselsäurereichem Feldspath und Quarz

in verschiedenen Mengungsverhältnissen zu betrachten ist, ver-

wittert um so langsamer, je weniger er Feldspath und je mehr er Chlorit, Graphit oder Quarz enthält. Ebenso schreitet seine Verwitterung weit langsamer vor sich, wenn er Kaliglimmer oder Magnesiahornblende in reichlichem Maße besitzt. Aber beschleunigt wird seine Verwitterung, wenn in seiner Masse viel Eisenkiese eingewachsen liegen; denn indem diese durch Anziehung von Sauerstoff und Wasser sich in freie Schwefelsäure und schwefelsaures Eisenoxydul umwandeln, zersetzen sie durch ihre Schwefelsäure den Feldspath des Thonschiefers und wandeln ihn in Alaun um, so daß aus Thonschiefer Alaunschiefer wird, welchen nun zutretendes Wasser in eine schlammige Masse umwandelt. Und ebenso schaffen diese vitriolescirenden Eisenkiese aus der Hornblende Gyps und aus dem Chlorit Bittersalz, lauter im Wasser lösliche Salze.

Alles dieses vorausgesetzt gibt nun den Thonschiefer bei seiner endlichen Zersetzung folgende Verwitterungsproducte:

a. Der feldspathhaltige Thonschiefer gibt:

1) an Auslaugungsproducten: 2—5 Proc. kohlensaures Kali, 2—6 Proc. kohlensaures Natron, 0,5—3 Proc. kohlensauren Kalk und 1—6 Proc. kohlensaure Magnesia; außerdem aber bei Schwefelkiesgehalt auch mehrere Procente Alaun.

2) an unlöslichem Rückstand: lederbraunen oder grünlichgrauen, fetten Thon, welcher aber gewöhnlich mit feinem Quarzsand, Glimmer- und Chloritschüppchen, Hornblendenädelchen und bisweilen auch Grünerdetheilchen untermengt ist und dann viel von seiner Fettigkeit verliert.

b. Der feldspathlose Thonschiefer aber, welcher gewöhnlich viel Glimmer oder auch Chlorit enthält, gibt:

1) an Auslaugungsproducten: 1,5—5 Proc. Kalicarbonat, Spuren von Natron- und Kalkcarbonat, bis

15 Proc. Magnesiabicarbonat und bisweilen auch bis 10 Proc. Eisenoxydulbicarbonat;

2) an unlöslichem Rückstand: einen dunkelockergelben oder rothbraunen, Eisenoxyd enthaltenden, meist auch sandreichen, Lehm oder Letten, welcher mit zahlreichen Schiefer-, Glimmer- oder Chloritblättchen untermengt ist.

Nach allem eben Mittgetheilten geben demnach die Schiefergesteine keinen eigentlichen Thon mehr, sondern einen an Eisenoxyd reichen, beim Austrocknen sich in Schieferblätter theilenden Lettenthon oder im günstigen Falle auch Lehm.

C. Die hornblendereichen Felsarten: Zähe, schwer zersprengbare, schwarz und weißgefleckte, grau- bis schwarzgrüne, oft auch bräunlich- oder grünlichschwarze Gesteine, deren vorherrschender Gemengtheil Magnesia- oder Kalkhornblende, mit Oligoklas- oder auch Labradorfeldspath, bisweilen sogar mit Anorthit, im Verbande steht und zwar in der Weise, daß in der Regel

1) Magnesiareiche und kalkarme Hornblende mit einem kieselsäurereichen, kalkarmen Feldspathe (Oligoklas), oder

2) Kalk- und eisenreiche Hornblende mit einem kieselsäurearmen, kalkreichen Feldspathe (Labrador und Anorthit) verbunden erscheint. Das Erste ist bei den eigentlichen Dioriten, das Zweite aber bei den Kalkdioriten und vielen Melaphyren der Fall.

Dieser verschiedenartigen Zusammensetzung gemäß verhalten sich nun auch die Hornblendegesteine verschieden gegen die Verwitterungspotenzen.

1) Die eigentlichen Diorite, welche nach dem Obigen kalkarm, aber kieselsäure- und magnesiareich sind, widerstehen der Verwitterung außerordentlich lang, zumal wenn sie ein feinkörniges oder dichtes Gefüge haben. Und beginnt endlich ihre Verwitterung, so zersetzt sich stets zuerst ihr Feldspath

zu einem weißlichen, kaolinartigen Thon, welcher durch Wasser ausgeschlämmt wird, so daß die Gesteine eine rauhe, löcherige Oberfläche bekommen, aus welcher die noch unzersetzten Krystalle und Körner der Hornblende hervortreten. Indem aber nun die Verwitterungspotenzen in den zahlreichen Lücken der Dioritflächen besser haften können, werden allmählich auch die Hornblendekrystalle lagenweise und in der Richtung ihrer Spaltflächen in der Weise zersetzt, daß aus ihrer Masse ein schmutzig grünlichgelbes Gemisch von Eisenoxydhydrat, Grünerde und kieselsäurereichem Thone wird, welches sich mit dem weißlichen Thone des Feldspathes zu einer, im nassen Zustande schmierigen, im trockenen Zustande aber leicht pulverig werdenden, Thonmasse mischt, welche gewöhnlich neben ihrer kieselsauren Thonerde auch noch kieselsaure Magnesia und eine kleinere oder größere Menge von noch unzersetzten Hornblendestückchen und häufig auch von schwarzen oder rostfarbigen Glimmerblättchen enthält. Die bei dieser Zersetzung des Diorites allmählich frei werdenden Auslaugungsproducte bestehen hauptsächlich aus doppeltkohlensauren Salzen des Natrons und Kalis, weniger der Kalkerde und Magnesia.

2) Die Kalkdiorite verwittern ähnlich, wie die eigentlichen Diorite, aber unter sonst gleichen Verhältnissen weit rascher, weil sowohl ihre Hornblende wie auch ihr Feldspath kalkreicher ist. Auch ist die aus ihnen entstehende ockergelbe Thonkrume gewöhnlich mit 2—5 Procent kohlensauren Kalk untermischt, weßhalb sie dann mit Säuren aufbraust und sich wie Mergel verhält. Unter ihren Auslaugungsproducten machen sich am meisten doppeltkohlensaure Kalkerde und Magnesia, weniger von Natron, am wenigsten von Kali bemerklich.

3) Die Melaphyre, von denen sich hauptsächlich der dichte, dem Basalte oft sehr ähnliche und der mandelsteinförmige bemerkbar macht, verwittern in Folge ihrer dichten

Grundmasse nur sehr langsam, am ersten noch auf den, ihrer Gesteinsmasse senkrecht durchsetzenden, Spalten und Klüften. Im Anfange ihrer Verwitterung werden sie an ihrer Gesteinsoberfläche durch Oxydation ihres Eisen- und Mangangehaltes graulich und grünlich violett gefleckt, dann kommen weiße, mit Säuren brausende, Flecken von ausgeschiedenem kohlensauren Kalk zum Vorschein; endlich überzieht sich ihre Masse, namentlich an den Spaltenwänden mit einem schwarzfleckigen, rost- oder rothbraunem Eisenthone. Regenwasser schlämmt ihn ab, aber wieder kommt allmählich dieser Ueberzug zum Vorschein. Dieses setzt sich so fort, bis die ganze Melaphyrmasse von Außen nach Innen in eine, mit Grünerde und kohlensaurem Kalk untermengte, intensiv braunrothe, Eisenthonmasse umgewandelt ist. Die bei dieser Zersetzung freiwerdenden Auslaugungsproducte gleichen denen des Kalkdiorites so, daß man annehmen muß, daß diese Melaphyre dem letztgenannten Gesteine wenigstens sehr nahe verwandt sein müssen.

D. Die augitischen Felsarten, zu denen hier auch die, Hypersthen und Diallag haltigen, Gesteine wegen der Verwandtschaft ihrer Hauptgemengtheile mit Augit gerechnet werden, sind vorherrschend zähe, dunkelgrün, schwarzgrau oder grauschwarz gefärbte Gesteine, welche nach der Art ihrer Gemengtheile in zwei Gruppen zerfallen, nemlich;

1) in die eigentlichen Augitgesteine, in denen Augit sich im Gemenge
   α) mit einem kalkreichen Feldspath (Oligoklas oder Labrador) und Grünerde (Chlorit) befindet (Diabase)
   β) mit einem kalkreichen Feldspath, oder statt dessen mit Nephelin, und Magneteisen zeigt, wozu sich auch gewöhnlich noch Olivin gesellt (Basalte);
2) in die Hyperitgesteine, in denen Diallag oder Hypersthen im Gemenge mit einem kalkreichen Feldspathe steht (Gabbro und Hypersthenfels).

Die in diese beiden Gruppen gehörigen Felsarten haben mit einander gemein:

1) einen verhältnißmäßig leicht zersetzbaren und bei seiner Verwitterung 8—20 Proc. doppeltkohlensauren Kalk und 1—5 Proc. kohlensaures Natron liefernden, kieselsäurearmen Feldspath oder statt dessen natron- und kalireichen, aber kalkfreien Nephelin (so bei vielen Basalten);

2) ein thonerdearmes, augitisches Mineral, welches vorherrschend theils aus kieselsaurer Magnesia, theils aus kieselsaurem Eisenoxydul (15—30 Proc.) nebst 12—25 Magnesia und nur 0—4 Proc. Kalk (z. B. der Hypersthen), theils aus kieselsaurer Kalk-Magnesia mit 5—10 Proc. Eisenoxydul (z. B. der Augit) besteht.

Vermöge ihres feldspathigen Gemengtheiles produciren sie demnach bei ihrer Verwitterung:

1) an Auslaugungsproducten: doppeltkohlensaure Salze von vielem Kalk, weniger Natron und wenig oder gar keinem Kali (vom Kalkoligoklas, Labrador oder Anorthit) oder von vielem Natron, weniger Kali und keinem Kalk (vom Nephelin);

2) an unlöslichem Rückstand einen lehmigen oder mergeligen Thon.

Durch ihren augitischen Gemengtheil aber erzeugen sie bei ihrer Zersetzung

1) an Auslaugungsproducten:

α) durch den eigentlichen Augit: doppeltkohlensaure Salze von vielem Kalk (15—22 Proc.), wenigerer Magnesia (10—13 Proc.) und noch wenigeren oder auch keinen Alkalien;

β) durch den Diallag: doppelkohlensaure Salze von vielem Kalk (18—19 Proc.) u. Magnesia (12—16 Proc.) und keinen Alkalien;

γ) durch den Hypersthen: doppeltkohlensaure Salze

von vieler Magnesia (14—21 Proc.), aber von Kalk nur 1—3 Proc. und von Alkalien gar keine;

2) an unlöslichem Rückstand: eine, durch Eisenoxyd lederbraun oder durch beigemengte Grünerde unrein grau- oder braungrün gefärbte, Thonsubstanz, welche aber durch starker Beimischung von pulveriger Kieselsäure lehm- oder lettenartig und nebenbei durch beigemengten kohlensauren Kalk oft auch mergelig erscheint.

Nach allem eben Mitgetheilten geben demnach die augitischen Felsarten:

1) an Auslaugungsproducten vorherrschend lösliche doppeltkohlensaure Kalkerde und Magnesia und nur dann auch viel kohlensaures Natron, wenn sie viel Feldspath oder Nephelin enthalten, so daß in dem Grade, wie der augitische Gemengtheil an Menge zu-, der feldspathige Gemengtheil aber an Menge abnimmt, auch die Menge der kohlensauren Kalkerde wächst und die Größe der Kali- und Natronsalze schwindet;

2) an unlöslichem Rückstand eine leicht verdunstende, beim Austrocknen pulverig werdende, eisenschüssige Krume, welche sich um so mehr vom eigentlichen Thon entfernt, je ärmer an Feldspath und je reicher an augitischem Gemengtheil die hierher gehörigen Felsarten sind;

3) an veränderlichem Sand und Grus hauptsächlich viel Augit-, Diallag- oder Hypersthenkörner, weil diese Gemengtheile weit langsamer verwittern, als der feldspathige Gemengtheil.

Unter den einzelnen Arten der augitischen Felsarten machen sich in Folge ihres häufigen und dabei oft massigen Auftretens ganz besonders die folgenden beiden Arten bemerkenswerth:

1) Die Diabase — deren körnige Gemenge oft dem Diorite ähnlich sehen, während ihre Porphyre, die sogenann-

ten Diabas- oder Augitporphyre, manchen porphyrischen Melaphyren gleichen und ihre dichten, oft grau- bis schwarzgrünen Abarten, die sogenannten Grünsteine oder Aphanite in ihrem Ansehen sich bald dichten Hornblendegesteinen, bald auch manchen Serpentinen nähern — sind körnige, schiefrige, dichte, porphyrische oder auch mandelsteinförmige Gemenge von Augit mit einem kalkreichen Feldspathe (Oligoklas oder Labrador), und auch in vielen Fällen noch mit Grünerde. Diesem Gemenge gemäß geben sie bei ihrer endlichen Zersetzung, welche übrigens bei den dichten, scheinbar gleichartigen, Aphaniten oder Grünsteinen außerordentlich langsam vorwärts schreitet, einen unrein grünlichbraunen, mageren, mergeligen Thon, welcher mit 20—40 Proc. unzersetzter Diabas- und Augitkörner und außerdem mit 5—12 Procent kohlensauren Kalkes und 10—25 Proc., durch kochendes Wasser ausziehbaren, Kieselmehles, untermischt ist. Unter ihren löslichen Auslaugungsproducten treten hauptsächlich kohlensaure Salze des Kalkes und Natrons hervor.

2) Die Basalte, welche vorherrschend dichte, scheinbar gleichartige, seltner körnige und deutliche, Gemenge theils von Labrador, Augit und Magneteisenerz, theils von Nephelin, Augit und Magneteisenerz sind, oft aber auch noch Beimengungen von grünem Olivin oder weißen bis gelben Zeolitharten besitzen, verwittern um so langsamer, je compacter und dichter ihre Masse ist, je weniger diese letztere von den genannten — an sich leicht verwitternden — Beimengungen enthält und je trockener ihre Ablagerungsorte sind. Am ersten sind sie noch den Verwitterungspotenzen an Orten zugänglich, welche von feuchten Luftströmungen bestrichen werden können, weil sich dann ihre Oberfläche sehr bald mit Schurfflechten bedeckt, welche nicht nur durch ihre eigenen Verwesungsproducte, sondern auch durch ihre starke Feuchtigkeitsanziehung die dichte basaltische Masse zugänglich machen für die Ver-

witterungsagentien. Und ebenso werden sie an den Kluftwänden ihrer Felssäulen, Blöcke und Knollen weit leichter angeätzt, wenn die zwischen diesen Felsablagerungsmassen befindlichen Klüfte und Spalten mit verwesenden Pflanzenabfällen angefüllt sind. Dieses vorausgesetzt, beginnt nun die Zersetzung der basaltischen Masse stets zuerst mit dem Feldspathe oder Nephelin dieser Masse, indem sich aus dem ersteren eine mit Säuren aufbrausende, also kalkhaltige, aus dem Nepheline aber eine nicht mit Säuren brausende, also kalklose, weiße, erdige Rinde entwickelt, welche zwar dem Kaolin ähnlich ist, aber in ihrem chemischen Bestande einem mehligen Zeolithe gleicht. Weiter kommt nun aus dem sich zersetzenden Augite eine lederbraune Eisenthonsubstanz zum Vorschein, welche sich entweder mit der verwitterten Masse des Feldspathes mischt oder diese letztere von der Gesteinsoberfläche abstößt. Indem sich aber unter der Eisenthonschale wieder eine neue weiße Erdrinde bildet, welche nun auch die erste Eisenthonschale abstößt, und diese abwechselnde Bildung und Abstoßung von weißen und lederbraunen Schalen immer von Neuem vor sich geht, wird die basaltische Masse lagenweise von Außen nach Innen in einen dunkel grünlichbraunen, mit Magnet- oder Titaneisenkörnchen, Augitresten und gelbgrünen Olivinstückchen untermengten, 3 — 15 Proc. kohlensauren Kalk haltigen, Lehmmergel umgewandelt, während aus der noch in der Zersetzung begriffenen Basaltmasse namentlich lösliche kohlensaure Salze des Kalks und Natrons, sowie der Magnesia, außerdem aber auch lösliche Kieselsäure, frei werden.

§. 58. Verwitterung der klastischen Felsarten. — Wie schon bei der Beschreibung der klastischen Gesteine bemerkt worden ist, so sind diese Gesteine zum größten Theile aus den Zertrümmerungs- und Verwitterungs- oder Lösungsproducten der krystallinischen Felsarten entstanden, indem eben

die Zertrümmerungsproducte — Blöcke, Gerölle, Kies oder Sand — dieser letzteren durch im Wasser geschlämmte oder auch gelöste Substanzen unter einander verkittet und so wieder zu fest zusammenhängenden Felsarten verbunden wurden. — Es können demnach die klastischen Felsarten auch durch dieselben Agentien, welche ihre Bildung herbeiführten, wieder zertrümmert und in Steinschutt und Erdboden umgewandelt werden. Vor allen gilt dieses von denjenigen Arten dieser Gesteine, welche Thon oder Mergel zum vorherrschenden Bestandtheil oder Bindemittel haben, so namentlich von den ganz klastischen Conglomeraten und Sandsteinen.

Im Allgemeinen können nun bei den klastischen Felsarten folgende Verwitterungs- und Zersetzungsweisen stattfinden:

a) Wasser allein vermag sie schon zu zertrümmern und zuletzt in Erdkrume umzuwandeln, ohne sie dann weiter chemisch zu verändern. Dieses ist der Fall:

1) bei den Conglomeraten und Sandsteinen mit Geröllen und Sandkörnern von Quarz und mit thonigem Bindemittel. Alle diese werden durch das Wasser allein zuerst zu Blöcken, Geröllen und Grus und zuletzt zu einer thonigen Erdkrume, welche mehr oder weniger stark mit Quarztrümmern oder Quarzsand untermengt ist;

2) bei den gelben und rothen Schieferthonen. Diese werden zunächst durch das in ihre Schieferspalten eingedrungene und dann gefrierende Wasser in ein loses Haufwerk von dünnen Schieferblättchen und kleinen scharfkantigen — Krystallen oft nicht unähnlichen — Stückchen zersprengt, welche bei weiterer Zertrümmerung zuletzt pulverig und nun vom Wasser in Schlamm und bei dessen Austrocknung in thonige Erdkrume umgewandelt werden.

b) Wasser zertrümmert und schlämmt zuerst die klastischen Gesteine, dann aber wirkt es durch die ihm beigemischten Zersetzungsagentien umwandelnd auf die Masse dieser Gesteine ein. Diese Wirkungsweise des Wassers findet namentlich statt:

α) bei allen Conglomeraten und Sandsteinen, welche Gesteinstrümmer oder Sandkörner (Grus) von Mineralien und Felsarten, die sich durch Kohlen- oder Humussäure zersetzen lassen, und außerdem ein thoniges Bindemittel besitzen. Je mehr solcher zersetzbarer Trümmer von krystallinischen Felsarten (z. B. von Granit) und Mineralien (z. B. von Feldspath, Glimmer, Augit, Kalk) in einem solchen Verwitterungsschutte liegen, um so mehr verbessern sie den an sich unfruchtbaren Thon und um so nachhaltiger ist die Pflanzenproductionskraft desselben, da die in seiner Masse eingebetteten Trümmer sich nur nach und nach zersetzen und so den in einer solchen Bodenmasse wachsenden Pflanzen auch für die Zukunft hinreichend Nahrungsstoffe gewähren. Wenn freilich im Verlaufe der Jahrtausende alle diese Gerölle und Gruskörner vollständig verwittert und aufgelöst sind, dann hört allmählich auch die Fruchtbarkeit des Thonbodens auf, und es besteht dann derselbe nur noch aus reiner Thonmasse in Untermengung mit Quarzsand, welcher eben so wenig als der Thon den Pflanzen Nahrung bieten kann. In dem eben erwähnten Falle wird die Verwitterungsmasse der Conglomerate und Sandsteine dadurch verändert, daß die in ihr vorhandenen Gesteinstrümmer allmählich mehr oder minder verschwinden. Es kann

aber auch umgekehrt vorkommen, daß durch Wasserfluthen, welche längere Zeit auf dem Verwitterungsboden von thonigen Conglomeraten und Sandsteinen stehen, der Thon desselben bei schnellem Abzuge des Wassers mit fortgeschlämmt wird, so daß aus dem früher thonreichen nun ein thonarmer Boden oder sogar ein loses Gehäufe von Steintrümmern und Sandkörnern wird, welches, wenn es nur aus Quarzresten besteht, selbst einer genügsamen Pflanze kaum noch Spuren von Nahrung gewähren kann.

β) Bei klastischen Gesteinen, welche in ihrem Bindemittel kohlensauren Kalk oder kohlige Beimengungen besitzen, findet mit der Erweichung des Bindemittels durch Wasser auch zugleich eine Zersetzung und Lösung desselben durch die dem Wasser beigemischten Atmosphärilien, namentlich durch die Kohlensäure und den Sauerstoff, statt, wodurch die ganze, so angegriffene Felsmasse zerstört wird.

1) Mergel- und Mergelschiefer wird durch diese Art der Verwitterung in gemeinen Thon umgewandelt.

2) Conglomerate und Sandsteine mit mergeligem Bindemittel werden durch Kohlensäure haltiges Wasser ihres Kalkes so beraubt, daß diese Gesteine nur noch ein thoniges Bindemittel behalten, welches aber, da es einen Bestandtheil verloren hat, nicht mehr ausreicht, die in ihm liegenden Trümmer fest zusammenzuhalten und zumal bei seiner Erweichung den Zusammensturz der ganzen Felsmasse herbeiführt.

3) Ist das Bindemittel dieser Trümmergesteine ganz

kalkig, so werden durch Auflösung und Auswaschung desselben diese Gesteine in ein Haufwerk von losen Trümmern verwandelt.

4) Conglomerate, Sandsteine und Schieferthone enthalten nicht selten in ihrem Bindemittel so viel kohlige (oder bituminöse) Beimengungen, daß sie grau bis schwarz gefärbt erscheinen. Stehen nun diese Gesteine mit feuchter Luft in Berührung, so werden ihre kohligen Bestandtheile namentlich bei offener Lage zur Sommerzeit angeregt, Sauerstoff anzuziehen und sich in Kohlensäure umzuwandeln. Hierdurch wird das Bindemittel dieser Gesteine gebleicht, porös, spaltig und so mürbe, daß es zuletzt in ein Haufwerk von losen gelbgrauen oder weißlichen Schieferblättchen zerfällt. Enthält nun das Bindemittel der genannten Gesteine auch noch kohlensauren Kalk, wie dieses bei den bituminösen Mergelschiefern, Mergelsandsteinen und Mergelconglomeraten der Fall ist, so wird durch die, aus den kohligen Beimengungen freiwerdende, Kohlensäure auch noch der Kalkgehalt dieser Gesteine aufgelöst und dadurch ihr Zerfallen in einen mit kalkigem Thone untermengten, fruchtbaren Steinschutt befördert.

γ) Bei klastischen Gesteinen endlich, welche zum Bindemittel eine zu feinem Sande oder Pulver zerstampfte Masse von krystallinischen Mineralien haben, wie dieses bei allen vulkanischen Tuffen (Conglomeraten und Sandsteinen) der Fall ist, geht die Verwitterung in ganz ähnlicher Weise vor sich, wie bei denjenigen krystallinischen Felsarten, aus deren Zerstampfung sie ihr Bildungsmaterial erhalten haben. Demgemäß zersetzen sich die Tuffe des Basaltes oder Trachytes bei

Einwirkung von Kohlensäure haltigem Wasser in derselben Weise, wie der Basalt und Trachyt selbst. Aber diese Zersetzung der Tuffe geht rascher vor sich, da ihre Masse vom Regenwasser weit leichter durchzogen und erweicht und demnach auch den Zersetzungsagentien zugänglicher gemacht werden kann, als dieses bei ihren krystallinischen Muttergesteinen der Fall ist. Die Producte ihrer Verwitterung sind daher auch im Allgemeinen dieselben, wie bei ihren Muttergesteinen früher schon angegeben worden ist.

Soviel über die Verwitterungsweise der klastischen Felsarten. Das Mitgetheilte wird ausreichen, um zu erkennen:

a) daß bei diesen immer zuerst das Bindemittel von den Verwitterungsagentien angegriffen wird, wenn anders es nicht aus erstarrter Kieselsäure geradezu besteht:
   1) das thonige Bindemittel wird dann einfach vom Wasser erweicht und geschlämmt;
   2) das reinkalkige Bindemittel aber wird durch kohlensäurehaltiges Wasser gelöst und ausgewaschen;
   3) das aus zerkleinten krystallinischen Mineralien bestehende Bindemittel wird durch Kohlensäure haltiges Wasser in derselben Weise wie seine Muttermineralien zersetzt;

b) daß dann von den, in dem Bindemittel liegenden, Gesteinstrümmern durch Kohlensäure haltiges Wasser:
   1) die Kalktrümmer allmählich ganz aufgelöst,
   2) die Silicattrümmer allmählich ganz so wie die früher beschriebenen Silicate zersetzt,
   3) die Quarz- und Feuersteintrümmer nicht angegriffen werden und so das Bildungsmaterial zum unveränderlichen Sand liefern.

II. Abschnitt.

Der Steinschutt und Erdboden.

§. 59. **Charakter und Gruppirung desselben.** — Wie im vorigen Abschnitte gezeigt worden ist, so werden alle Felsarten, sowohl die krystallinischen, wie die klastischen, durch den Einfluß der wechselnden Temperaturen, — namentlich der grellwechselnden und stark von einander abweichenden, — des Wassers, — hauptsächlich des zu Eis erstarrenden, — und der atmosphärischen Gase — vor allen der Kohlensäure, — unter Mitwirkung der Pflanzenwelt zertrümmert und meist auch in erdkrümliche Masse umgewandelt. **Die durch alle diese Zerstörungsprocesse aus den festen Erdrindemassen entstehenden, nicht krystallisirbaren und unter den gewöhnlichen Verhältnissen in losen oder nur in locker an einander hängenden Zusammenhäufungen auftretenden Zertrümmerungs- und Zersetzungsproducte der Felsarten bilden das Material des Fels- oder Steinschuttes.** Je nach seiner Entstehungsweise und seinen vorherrschenden Körperformen kann man diesen Felsschutt in folgender Weise gruppiren:

Der **Felsschutt** wird erzeugt:

- entweder durch **vulkanische Potenzen** bei Eruptionen: **Vulkanenschutt.** Dieser besteht:
  - 1) aus **steinigen Massen**, zu denen **Bomben**, **Sand**, **sandige Asche** gehören.
  - 2) aus **erdigen Massen**: Erdige Asche oder Aschenerde.
- oder durch die **Verwitterungspotenzen**: **Verwitterungsschutt.** Dieser besteht:
  - 1) aus **zertrümmerten Felsresten**: **Blöcke**, **Gerölle**, **Grus**, **Sand**.
  - 2) aus **chemisch zersetzten Mineralsubstanzen**: **Erdkrumen.**

Dieser Gruppirung zu Folge besteht also aller Felsschutt

a) aus mechanisch zertrümmerten Gesteinsmassen, also aus eigentlichem Stein- oder Felsschutt, welcher das Material bildet, aus welchem durch den Verwitterungsproceß

b) die durch chemische Zersetzung gebildeten Erdkrumen erzeugt werden.

Zu diesen beiden Gruppen gesellt sich nun noch eine dritte, welche durch Mengung theils der Erdkrumen mit dem eigentlichen Felsschutte, theils aber der ebengenannten Gruppen mit Resten abgestorbener und in Verwesung oder Verkohlung befindlicher Organismenreste entsteht. Dieser gemischte Schutt umfaßt demnach alle Erdbodenarten, von denen man aber je nach ihren Hauptgemengtheilen unterscheiden muß:

1) den vorherrschend aus mineralischen Verwitter- und Zertrümmerungsproducten bestehenden Mineral- oder Rohboden, und

2) den aus einer Mengung von Mineralresten mit Verwesungs- oder Verkohlungsproducten gebildeten Humusboden.

I. Capitel.

Vom eigentlichen Felsschutte.

§. 60. Charakter, Bildung und Lagerorte desselben im Allgemeinen. — Wo mineralische Bestandesmassen der Erdrinde durch mechanische Gewalten zertrümmert werden, da wird auch Felsschutt erzeugt, mag derselbe nun in noch so kolossalen Felsblöcken oder in noch so kleinen Steinkörnern bestehen. — Die brandende Meereswoge zerstampft den von ihr gepeitschten Fels ihres Gestades allmählich in ein loses Haufwerk von Felsblöcken, Geröllen, Geschieben und Sand; das Fließgewässer zernagt seine Uferwandungen und bereitet aus ihnen Geschiebe, Kies, Sand und

Schlamm; das Meteorwasser schleicht sich in die geneigten thonigen und mergeligen Zwischenschichten der Conglomerat- und Sandsteinberge ein, erweicht und schlämmt sie, so daß die über ihnen lagernden massigen Bänke der Conglomerate und Sandsteine auf ihnen abwärts gleiten und am Ende in ein gewaltiges Haufwerk von Steintrümmern der verschiedensten Größe zerschellen; aber das Regenwasser füllt auch die Risse und Spalten der Felsmassen und zerreißt dann bei seiner Erstarrung zu Eis diese letzteren mit gewaltiger Kraft zu einem wilden Chaos von Blöcken, oder es führt Kohlensäure in das Innere der von ihm durchsinterten Felsgesteine und löst mittelst derselben Bestandtheile auf, so daß die nun noch übrigen, von ihm nicht angeätzten, Gesteinstheile ihren Zusammenhalt verlieren und in Gerölle, Grus und Sand zerfallen. So bildet schon das Wasser allein in seiner tropfbaren Form und als Eis auf verschiedenartige Weise aus den festen Gesteinsmassen der Erdrinde Fels- oder Steinschutt der verschiedensten Art, aber es wirkt auch als Dampf mit unermeßlicher Gewalt. Wenn der Schlott eines noch thätigen Vulkanenherdes durch erstarrte Lavamassen verstopft worden ist, daß nun der auf dem letzteren zubereitete Wasserdampf keinen Abzug finden kann, dann drängt und stampft derselbe so lange gegen die erstarrte Lavamasse des vulkanischen Schlottes und seiner Mündung — des sogenannten Kraters — bis er dieselbe zu sandigen und pulverigen Massen zertrümmert hat, die er nun mit furchtbarer Kraft in die Atmosphäre schleudert und in der Gestalt von finsteren Wolken oft hunderte von Meilen weit über Land und Meer führt und endlich als Stein- und Aschenregen zu Boden sinken läßt, auf dem er alles — die blühenden Wohnstätten der Menschen, wie die üppig fruchtbaren Pflanzengefilde — unter einer düsteren, oft viele Fuße dicken, qualmenden Schuttdecke vergräbt.

So schafft unaufhörlich und unermüdlich das Wasser des Himmels und der Erde im Verbande von Frost und Hitze aus den festen Gesteinsmassen der Erde Felsschutt, dieses wichtige Material zur Erzeugung neuen Landes und zur Bildung des Grund und Bodens, auf welchem allein die Pflanzen- und Thierwelt erstehen und gedeihen kann. Aber die ebengenannten Elemente schaffen nicht nur den Felsschutt; sie vertheilen und verbreiten ihn auch auf der Erdoberfläche, daß diese letztere überall eine Wohnstätte des Pflanzenreiches und durch diese auch ein Wohnsitz der Thiere und des Menschen werden kann. O, das ist eine wunderbare Einrichtung im Haushalte der Natur! Die kahle Felsmasse der Gebirge ist das Universalmagazin, aus welchem durch die Verwitterung alles — Wohnstätte und Nahrung — geschaffen wird, was zunächst die Pflanze zu ihrer Existenz braucht. Damit nun aber diese Felsverwitterungsproducte nicht auf den, sie erzeugenden, Gebirgsmassen allein bleiben und sich anhäufen, muß das sie ins Dasein rufende Wasser sie auch dahin schaffen, wo sie nöthig sind. In dieser Weise führt zuerst der Regen den Felsschutt von den Gebirgsabhängen abwärts in die Schluchten und Thäler und füllt nun mit ihnen entweder dieselben aus, so daß sie aus finsteren, unzugänglichen Gebirgsspalten zu lachenden Pflanzengefilden werden, oder übergibt sie den Bächen und Flüssen, die sie nun bei ihren Ueberfluthungen auf den beiderseitigen Geländen ihrer Ufer absetzen theils je nach der Größe der Felstrümmer mehr oder weniger weit fortfluthen und dabei immer mehr abschleifen und zerkleinern, theils auch in das gewaltige Bett des Oceans schütten, um mittelst ihrer daselbst das Fundament zu neuer Landesbildung allmählich aufzubauen. Und während so das tropfbare Wasser des Regens und Fließwassers thätig ist, den Felsschutt von seiner Gebirgs-Geburtsstätte fort zu schaffen und über alles Land, was es nur erreichen und überfluthen kann, auszu-

breiten, ist auch das zu Eis erstarrte Wasser, der Schnee und das Eis selbst, nicht unthätig. Die gewaltige Masse der vom Hochgebirge in die Thäler niederstürzenden Lavine reißt gar oft mit wuchtiger Kraft von weit ausgedehnten Bergflächen allen Felsschutt, groben wie feinen, und alle Erdkrume mit allem, was auf ihr gewachsen ist, mit sich fort in die Thäler und läßt ihn in diesen bei ihrem Wegschmelzen entweder liegen oder schwemmt ihn weiter den reißenden Gebirgsbächen zu. Nicht minder sind bei dieser Transportirung des Felsschuttes die aus ihren unwirthbaren Hochthälern abwärts gleitenden Ströme der Gletscher thätig; denn sie führen einerseits auf ihrem eisigen Rücken aus fernen, oft nicht ersteigbaren, Höhen Felsblöcke in die Thäler, wo sie dieselben bei ihrem Abschmelzen als oft gewaltige Blockwälle („Moränen") absetzen, und andererseits zermalmen sie mit ihren Eisströmen die felsige Sohle, auf der sie abwärts rutschen, zu feinen Sand, welchen das aus ihrer Schmelzung entstehende Wasser mit sich fortfluthet. — Und wie endlich der Vulkanendampf die von ihm bereiteten Steinschuttmassen weit hin verbreitet, daß ist oben schon erwähnt worden.

In dieser Weise wirkt denn Alles, Wasser, Eis und Luft, nicht blos auf die Erzeugung, sondern auch auf die Ausbreitung des Felsschuttes. Daß aber durch alles dieses die Magazine dieses Schuttes, die Gebirge immer niedriger und die mit diesem Schutte versorgten Thäler und Ebenen allmählich immer höher werden müssen, daß mit anderen Worten durch dieses Wirthschaften einmal die Unebenen auf der Erdoberfläche verschwinden und der Unterschied zwischen Gebirg und Ebene aufhören muß, ist wenigstens sehr wahrscheinlich.

Aus allem eben Mitgetheilten ergibt sich aber nun auch, daß der Felsschutt zweierlei Lagerungsgebiete haben kann, nemlich entweder an den Orten seiner Entstehung, also in der unmittelbaren Umgebung derjenigen

Felsarten, aus deren Zertrümmerung er entstanden ist, oder an denjenigen Orten, wohin ihn die Gewässer, Lavinen, Gletscher oder vulkanische Dämpfe geführt haben.

a) Lagert er noch in der nächsten Umgebung seiner Bildungs- oder Muttergesteine (also in primären Lagerstätten), dann besteht er eben nur aus den Trümmern derjenigen Felsarten, aus denen sein Lagergebiet und dessen nächste Umgebung besteht. Dabei aber zeigt er folgende Ablagerungsverhältnisse:

1) Wenn die Felsmassen, welche aus einer Bergkette, namentlich auf deren Kamm, hervortreten, durch den gewöhnlichen Gang der Verwitterung zertrümmert worden sind, dann lagern ihre größten Blöcke in der Regel in der nächsten Umgebung ihrer Muttergesteine, ähnlich wie die Trümmer einer zusammengestürzten Ruine, die kleinsten Trümmer aber am unteren Gehänge der Berge. In diesem Falle zieht auch von jedem der größeren Blöcke eine nach unten sich verschmälernde, aus Grus, Sand und Erdreich bestehende Schuttzunge, bergabwärts.

2) Wenn aber die Felsmassen auf der Höhe einer Bergkette durch gewaltsam wirkende Potenzen, z. B. durch den Frost, zersprengt worden sind, dann lagern gewöhnlich die größten Blöcke am unteren Gehänge des Berges. Dabei zeigt sich dann in der Regel hinter jedem dieser Blöcke eine bergaufwärts ziehende Schuttzunge, welche das bergabwärts ziehende Regenwasser abgesetzt hat, außerdem aber nicht selten auch ringsum den Block herum eine aus Grus und Erdreich bestehende Zone, welche aus der Verwitterung des Blockes selbst entstanden ist.

b) Ist dagegen der Felsschutt durch die oben angegebenen Ursachen von seiner Bildungsstätte weggefluthet worden, befindet er sich also in secundären Lagerstätten, zu denen:

1) die Schluchten, Buchten, Thäler und Vorländer der Gebirge;

2) die Betten aller Fließgewässer, der Binnenseen und des Meeres;

3) die Ufer- und Strandgelände aller Gewässer

gehören, dann zeigt er eine große Verschiedenheit sowohl nach der Art seiner Bestandesmassen, wie auch nach seinen Ablagerungsweisen. In dieser Beziehung kann im Allgemeinen Folgendes gelten:

1) Die Art der Bestandesmassen des in secundären Lagerstätten befindlichen Felsschuttes ist abhängig von der mineralischen Beschaffenheit

zunächst des nächsten Landesgebietes, in welchem sich unmittelbar seine Lagerstätte befindet;

sodann aller derjenigen Landesgebiete, aus welchen ihm durch Gewässer Felsschutt zugeführt wird.

Ein in irgend einer secundären Lagerstätte abgesetzter Felsschutt wird demnach aus um so verschiedenartigeren Gesteinsresten bestehen, je verschiedenartiger die mineralische Zusammensetzung des Landesgebietes ist, aus welchem ihm die Gewässer Schutt zuführen. In dieser Beziehung ist der Felsschutt in den Vorländern solcher Gebirge, welche aus den verschiedenartigsten Felsarten bestehen, gar nicht selten eine mehr oder minder vollständige Sammlung von Felsarten, wenn er von Bächen und Flüssen abgesetzt wird, welche aus den verschiedensten geognostischen Gebieten dieser Gebirge kommen. Aber ebenso kann man oft aus den Felsschutt-Ablagerungen an den Ufern eines Stromes erkennen, aus welchem Landesgebiete dieser letztere seine Zuflüsse erhält.

2) Die von den Gewässern in einem Landesgebiete abgesetzten Schuttmassen zeigen nun je nach der Größe ihrer Individuen, der Beschaffenheit ihrer Ablagerungsorte

und der Schwemmkraft der sie transportirenden Gewässer verschiedene Ablagerungsfolgen. Im Allgemeinen wird man in dieser Beziehung bemerken, daß

a) von den im Bette eines Gebirgsflusses abgesetzten Trümmern sich hauptsächlich finden:
   die größten Blöcke in seinem abschüssigen Gebirgsbette,
   die Gerölle in seinem sanftgeneigten Thalbette,
   der Grus in seinem nur noch wenig abfallenden Vorlandsbette,
   der feine Sand in seinem fast wagrechten Ebenenbette;

b) von den auf den beiderseitigen Ufergeländen eines Fließwassers aber
   die größten Blöcke und Gerölle zunächst den Ufern,
   die gröberen Grus- und kleineren Geröllmassen hinter diesen und entfernter von den Ufern,
   die feineren Sandarten am entferntesten von den Ufern lagern;

c) die ganze in einem Landesgebiete abgelagerte Schuttmasse sehr oft auch eine gewisse Ablagerungsfolge über einander wahrnehmen läßt, in welcher je nach den Gesetzen der Schwere
   die größten Blöcke zu unterst,
   die Gerölle und gröberen Grusstücke darüber,
   die feineren Grus-, Kies- und Sandlagen zu oberst
   lagern, ja daß sich diese Reihenfolge von Schuttablagerungen oft in mehrfacher Wiederholung zeigt, was offenbar darauf hindeutet, daß nach der Ablagerung einer jeden Reihenfolge von Blöcken, Geröllen, Grus und Sand eine Zeitlang verfloß, ehe das Wasser wieder eine neue Reihenfolge absetzte. Es ist übrigens bei diesen Schuttabsätzen zu bemerken, daß alle

die eben erwähnten Ablagerungsmassen nur durch große und stürmische Wasserfluthen herbeigeschwemmt werden können. Im Verlaufe der Zeit ändern sich dann dieselben in mancherlei Weise, sei es nun, daß durch Regengüsse oder auch durch überfließendes Wasser die obersten, aus Grus oder Sand bestehenden Lagen derselben in die Lücken der unteren Block- und Geröllagen gedrückt werden, so daß aus den anfänglichen drei über einander liegenden Schichten nur eine, aus Blöcken, Geröllen und Sand untermischte, entsteht, oder sei es, daß später eintretende starke Fluthen die aus Sand bestehenden wieder mit sich fortreißen, oder sei es endlich, daß die oberen Lagen durch den Verwitterungsproceß ganz oder zum Theil in Erdboden umgewandelt werden.

Der eigentliche Felsschutt tritt nun unter zweierlei Formen auf, nemlich:

I. als grober, welcher aus Blöcken und Geröllen von wenigstens Haselnußgröße besteht (Geröllschutt),

II. als feiner, welcher aus Trümmern besteht, deren Größe geringer als die einer Haselnuß ist und häufig herabsinkt bis zur Form von kleinkörnigem Pulver (Sandschutt).

Beide Formen des Felsschuttes treten in der Natur so häufig und nicht selten in so massenhaften Anhäufungen auf und üben dabei einen so großen Einfluß auf die Bildung und Pflanzentragkraft des Erdbodens aus, daß man sie näher kennen lernen muß.

I. Nähere Betrachtung des groben Felsschuttes oder Geröllschuttes.

§. 61. Bestandesmassen und Lagerungsverhältnisse. — Wie schon im vorigen §. gezeigt worden ist,

so gehören alle wenigstens haselnußgroßen Trümmer der verschiedenartigsten Felsarten zum Geröllschutte. Die einzelnen Individuen dieses Schuttes sind daher nicht etwa als besondere Mineral- oder Felsarten, sondern als die Zertrümmerungsreste der, im I. Abschnitte beschriebenen, krystallinischen und klastischen Felsarten zu betrachten. Wer daher diese letzteren kennt, weiß auch ihren Felsschutt zu bestimmen, zumal wenn derselbe noch in der nächsten Umgebung seiner Muttergesteine liegt. Es gibt indessen doch Fälle, wo seine Bestimmung oder wenigstens Benennung schwankend wird. Wenn z. B. ein Conglomerat, welches Gerölle von Granit, Gneiß, Diorit, Serpentin, Kalksteinen und nebenbei ein Bindemittel von Mergel enthält, durch den Verwitterungsproceß seines, im Bindemittel vorhandenen, Kalkes beraubt wird, so zerfällt dasselbe zuletzt in einen Schutt, welcher die Gerölle aller der eben genannten Felsarten bunt durch einander enthält, so daß man, wenn nicht noch die Conglomeratmassen, aus denen er entstanden ist, vorhanden sind, nicht mehr die Natur seiner Mutterfelsart herausfinden kann. Er gleicht dann einem vom Wasser zusammengeschwemmten, aus Geröllen der verschiedensten Art bestehenden, Schutte, wie man ihn so oft im Bette oder am Ufer derjenigen Flüsse findet, welche von ihren Nebenflüssen allen möglichen Steinschutt zugefluthet erhalten. Hat man nun einen solchen Schutt vor sich, dann nennt man ihn am besten einen zusammengesetzten oder gemischten. Da aber doch das Verhalten eines solchen gemischten Schuttes zur Bodenbildung und Pflanzenernährung abhängig ist von den, seine Aggregation vorherrschend zusammensetzenden, Felstrümmerarten, so bezeichnet man ihn näher eben nach der Art der in seiner Gesammtmasse vorherrschenden Trümmer. Demgemäß würde also ein solcher Schutt, wenn in seiner Masse am meisten Granit- und Gneißgerölle auftreten, als ein granit-, gneiß-

reicher Schutt zu bezeichnen sein. — Anders ist es mit denjenigen Massen des Geröllschuttes, welche nur oder doch zum bei weitem größten Theile aus Trümmerindividuen bestehen, welche nur von einer einzelnen Felsart abstammen. Diese Schuttmassen — welche sich vorzüglich in der nächsten Umgebung von Bergen, die nur aus einer einzigen Felsart bestehen, oder auch in den Thalgebieten und Flußbetten zeigen, welche ihr Wasser von Bergen mit einer und derselben Bestandesmasse erhalten — nennt man ein- oder gleichartige und bezeichnet sie einfach nach derjenigen Felsart, von welcher die meisten Schuttindividuen ihrer Aggregationen abstammen, z. B. Kalk- oder Porphyrschutt.

Wie man also den Geröllschutt nach den Arten der ihn bildenden Felsarten näher bezeichnet, so unterscheidet man ihn auch noch

1) nach der Größe der ihn zusammensetzenden Individuen als Schutt von Blöcken, wenn seine einzelnen Individuen wenigstens 1 Fuß im Durchmesser haben, von Geröllen, wenn diese Individuen kleiner als ein Fuß sind und eine etwas kugelige Gestalt haben, von Geschieben, wenn die Gerölle flach abgerundet, linsen- oder scheibenförmig sind, von Grand (Kies oder Grus), wenn die einzelnen Individuen haselnußgroß sind;

2) nach seiner Bildung und seinem äußeren Ansehen als Vulkanen-, Verwitterungs- und Schwemmschutt, oder als schlackigen, äußerlich glasig oder schwammig aussehenden, frischen, noch mit scharfen Kanten und Ecken versehenen, bröckeligen, in der Verwitterung befindlichen, mürben oder zerreiblichen, mattaussehenden, und geschobenen, oder durch Wasser seiner Kanten und Ecken beraubten, abgeschliffenen und gewöhnlich glatt aussehenden.

§. 62. Vergänglichkeit und Zersetzung des Geröllschuttes. — Es können zwar alle Felsarten bei

ihrer mechanischen Zertrümmerung Geröllschutt liefern, aber derselbe ist nicht bei allen von gleicher Dauer. Der Schutt des Steinsalzes ist, wie in der Natur desselben liegt, sehr vergänglich; auch der Gyps liefert einen, durch Regenwasser allmählich lösbaren, Schutt. Und ebenso werden die groben Schuttmassen der Conglomerate und Sandsteine mit reichlichem thonigen Bindemittel, sowie die Schieferthone und Thonmergel durch den Einfluß des Regenwassers und des Frostes bald in feineren Schutt umgewandelt. Dagegen dauert die Zerstörung des Kalkstein- und Dolomitschuttes schon weit länger und schreitet eigentlich nur dann vorwärts, wenn derselbe eine aus verwesenden Pflanzenresten bestehende und fortwährend Kohlensäure und Wasser entwickelnde Umgebung hat. Noch länger hält sich der grobe Schutt aller derjenigen krystallinischen Felsarten, welche aus einem Gemenge kieselsaurer Mineralien bestehen Einen Beleg hierzu geben die aus Scandinaviens Gebirgen abstammenden, erratischen Granit-, Gneiß-, Diorit- und Porphyrblöcke im Schwemmlande Norddeutschlands; sie lagern seit Jahrtausenden auf ihrem jetzigen Gebiete und sind doch zum großen Theile in ihrer Masse noch so frisch, als wären sie eben erst mit Gewalt von ihren Muttergesteinen losgerissen worden. Verwittern thun sie schon, aber ganz allmählich von Außen nach Innen. — Am längsten unter allen Schuttarten widerstehen die Blöcke des Quarzes ihrer weiteren Zertrümmerung. Die Verwitterungspotenzen vermögen nichts gegen sie; nur das nimmer ruhende, sie unaufhörlich hin- und herschiebende, Wasser der Flüsse und Wasserfälle zerreibt sie allmählich zu Sand.

Mechanisch unveränderlich ist demnach keine Art des groben Schuttes, sobald er nur mit einer mechanisch zertrümmernden Gewalt, vor allem mit dem Wasser und Frost, dauernd in Berührung kommt; den Verwitterungspotenzen, namentlich der Kohlensäure, widersteht — mit Ausnahme des Quarz-

schuttes — ebenfalls keine Schuttart, wenn auch diese Art seiner Zersetzung nur allmählich vorwärts schreitet. Indessen erscheint es bemerkenswerth, daß sehr oft der Schutt einer Felsart eine andere Verwitterungsart zeigt, als sein Muttergestein, daß er mit anderen Worten bald schwerer bald leichter verwittert und dabei nicht selten andere Verwitterungsproducte liefert, als dieses letztere. Die Ursachen von dieser Erscheinung liegen in der Veränderung theils der Oberflächenbeschaffenheit theils des chemischen Gehaltes der Schutt bildenden Felsart, wie das Folgende zeigen wird.

Grobkörnige oder auch porphyrische Felsarten, — wie z. B. Granit oder Diorit —, besitzen eine rauhe Oberfläche, an der die Verwitterungspotenzen leicht haften und stärker wirken können. Wenn nun aber die Trümmer solcher Felsarten von Fließwassern fortgeschwemmt und während ihres Transportes nach allen Seiten hin abgerieben und abgeschliffen werden, dann bekommen sie eine ganz glatte Oberfläche, an welcher nun die Verwitterungspotenzen nicht mehr haften und folglich auch nicht mehr zersetzend einwirken können. Solche abgeschliffene Blöcke und Gerölle sehen daher äußerlich oft ganz frisch, glatt und glänzend aus und können sehr lange allem Wind und Wetter trotzen, ohne auch nur eine Spur von Verwitterung an ihrer Oberfläche zu zeigen; ja sie widerstehen sogar den sonst leicht zersetzend wirkenden Verwesungssubstanzen des Erdbodens, wenn man sie nicht vor ihrer Untermengung mit dem Boden erst zerschlagen und auf diese Weise mit rissigen, rauhen und den Zersetzungsagentien leichter zugänglichen, Flächen versehen hat. — Wenn indessen solche äußerlich glatt geschliffene Trümmer von Rissen oder Schieferspalten durchzogen sind, dann sehen sie zwar äußerlich auch noch frisch und glänzend aus, aber ihr Inneres befindet sich gar oft in voller Zersetzung.

Mehr noch wie durch die Abschleifung der Oberfläche

kann die Zersetzbarkeit des Felsschuttes abgeändert werden durch die chemische Umwandlung seiner mineralischen Gemengtheile. Diese Umwandlung kommt weit häufiger vor, als man gewöhnlich denkt, und zeigt sich namentlich bei denjenigen Schuttindividuen, welche längere Zeit vom Wasser benetzt und transportirt worden sind.

Das Wasser der Flüsse, vor allen aber des Meeres, enthält nemlich stets Salze verschiedener Art gelöst, welche theils umwandelnd theils zersetzend auf mannichfache Mineralien einwirken können, sobald es längere Zeit mit den letzteren in Berührung bleibt. Mittelst der feinen Haarspalten, welche wohl nie den Felstrümmern ganz fehlen, dringt das Wasser mit seinen gelösten Salzen in das Innere der Trümmermasse ein und wirkt nun hier hauptsächlich dadurch umwandelnd auf die Mineralgemengtheile dieser Masse ein, daß es ihnen

entweder neue Bestandtheile zuführt, ohne ihnen einen der vorhandenen zu rauben,

oder von den schon vorhandenen den einen oder andern Bestandtheil raubt und auslaugt, ohne ihnen einen neuen zu geben,

oder einen neuen Bestandtheil zuleitet, aber dafür auch einen schon vorhandenen raubt.

Ein Beispiel möge das eben Ausgesprochene erläutern. Bekanntlich gibt es Granite, welche aus Orthoklas, Kaliglimmer und Quarz bestehen; aber es gibt auch solche, welche Oligoklas, Magnesiaglimmer und Quarz enthalten. Der letztere ist weit leichter verwitterbar als der erstere. Wenn nun aber ein solcher Oligoklas und Magnesiaglimmer haltiger Granit längere Zeit mit Wasser in Berührung steht, welches in kohlensaurem Wasser gelöstes kieselsaures Kali enthält, so kann durch Aufnahme des kieselsauren Kalis und Ausscheidung von kohlensaurem Kalk

der leicht zersetzbare, Kalkerde haltige Oligoklas in schwer

zersetzbaren Kali reichen Feldspath d. i. in Orthoklas, der leichter verwitterbare Magnesiaglimmer aber unter Ausscheidung von kohlensaurer Magnesia in schwer verwitterbaren Kaliglimmer

umgewandelt werden. Aeußerlich sieht man dann einem solchen umgewandelten Granite gewöhnlich nichts von seiner Umwandlung an; wenn man ihn aber zerschlägt, so zeigt das Innere derselben einen anderen Feldspath und einen anderen Glimmer. Diese Umwandlung der Masse von Schuttindividuen kann man vorzüglich an den Blöcken und Geröllen beobachten, welche im norddeutschen Tieflande, am Strande des Meeres, an den Ufern der Flüsse, aber auch in einem morastigen oder von fauligen Organismenresten reichlich durchzogenen Boden vorkommen. Sie zeigt sich am meisten an Schuttindividuen, welche kalkreiche Feldspathe, Hornblenden und Augite oder magnesia- und eisenoxydulreiche Augite und Glimmer enthalten und wird hauptsächlich unter dem Einflusse von Wasser, welches Kohlensäure oder kieselsaure Alkalien gelöst enthält, vollbracht.

Im Uebrigen aber verhält sich der Blöcke- und Geröllschutt im Allgemeinen gegen die Verwitterungsagentien in ganz ähnlicher Weise, wie die Felsarten, aus denen er entstanden ist.

§. 63. **Wichtigkeit des Blöcke- und Geröllschuttes für die Bildung und Pflanzentragkraft des Bodens.** — Es ist da, wo von der Verwitterung der Felsarten und ihrem Bodenbildungsvermögen die Rede war, schon darauf aufmerksam gemacht worden, daß es schlimm um die Erdbodenbildung aussehen würde, wenn dieselbe nur allein dadurch hervorgerufen werden sollte, daß eine Felsmasse, noch dazu eine mit ganz dichtem Gefüge, lediglich durch die eigentlichen Verwitterungsagentien, wie Kohlensäure, Sauerstoff und Wasser, von Außen nach Innen allmählich

in Erdkrume umgewandelt werden sollte. Das ist in der That so. Man beobachte nur eine frische, eben erst blosgelegte, Felsfläche z. B. vom Basalt. Wie viele Jahre gehen vorüber, ehe sich auf derselben eine, kaum liniendicke Verwitterungsrinde bildet, wie fest haftet dann dieselbe an der Felsoberfläche und wie dicht verschließt sie das von ihr verdeckte Gestein gegen die Atmosphärilien! Wenn nicht noch die sich auf der verwitterten Gesteinsfläche ansiedelnden Schurfflechten durch ihre Feuchtigkeitsanziehung und Säurenentwicklung an der Zerstörung ihres Felsensitzes mithälfen, so könnten Jahrtausende vorübergehen ehe sich eine bemerkliche Erdkrume auf einer solchen Felsfläche gebildet hätte. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, spaltete die Natur alle Felsarten schon bei ihrer Erstarrung in einzelne, — würfel-, säulen- oder kugelförmige —, Absonderungsmassen und ließ sie dann weiter durch das in die Absonderungsspalten eindringende und zu Eis erstarrende Wasser in einzelne Blöcke zerreißen, welche dann weiter bei ihrer gewaltsamen Auseinandertrennung nach allen Richtungen hin rissig und spaltig und bei ihrem Zusammensturze auch noch mannichfach in größere und kleinere Blöcke und Gerölle zertrümmert werden. Diese so entstandenen, von Rissen durchzogenen, Felstrümmer können nun die Verwitterungsagentien leichter von allen Seiten angreifen, nach allen Richtungen hin durchdringen und so auch um so schneller zersetzen und in Erdkrume umwandeln. In allen diesen ist der Grund zu suchen, warum zwischen den Blöcken, mit denen so oft die Gehänge der Granit-, Basalt- und Trachytberge dicht und dick bedeckt sind, eine so mannichfache und üppige Vegetation emporsproßt. Jeder Zwischenraum zwischen diesen Blöcken ist ein wahrer Treibkasten, in welchem sich alle aus der Verwitterung der einzelnen Blöcke entstehende Erdkrume sammt den dabei freiwerdenden Nahrungssalzen der Pflanzen ansammelt.

Nach allem diesen bildet daher der grobe Felsschutt das Material, welches die Natur aus den Felsmassen schafft, um mittelst desselben leichter, schneller und reichlicher Erdboden zu produciren. Aber eben deßhalb ist auch dieser Schutt, zumal der zerkleinte, bröckelige, angewitterte, in vieler Beziehung ein gutes Verbesserungsmittel für die verschiedensten Bodenarten, vorausgesetzt, daß man grade den für jede Bodenart geeigneten wählt.

Für einen strengthonigen nassen Boden ist besonders Kalk- und Basaltschutt geeignet, weil dieser den Boden erwärmt, lockert, zur Verdunstung anregt und auch mit löslicher Kalknahrung versorgt. Dagegen eignet sich Granit-, Porphyr-, Trachyt-, Diorit- und Diabasschutt mehr für thonärmere und sandreichere Bodenarten, weil all dieser Schutt aus seinem Feldspathgehalte Thon entwickelt. — Ueberhaupt dürfte im Allgemeinen in dieser Beziehung als Regel gelten, daß thonreiche Bodenarten einen Schutt, welcher lockert, wärmt und nicht noch mehr Thon entwickelt, als im Boden schon vorhanden ist, als Zusatz brauchen können, während für thonarme oder kalk- und sandreiche Bodenarten ein Schuttzusatz, welcher bei seiner Verwitterung Thon entwickelt, zweckmäßig ist.

Aber der Felsschutt bildet nicht nur Erdkrume, sondern auch ein Magazin für alle möglichen Salze, welche bei seiner Verwitterung frei werden und solange die Pflanzenwelt mit Nahrung versorgen, als noch Reste dieses Schuttes im Boden vorhanden sind. Ganz besonders gilt dieses vom Schutt der gemengten feldspath-, hornblende- und augitreichen Felsarten.

Endlich ist auch der Blöckeschutt das Material, aus dessen weiterer Zertrümmerung aller sandartige Schutt hervorgeht.

II. Nähere Betrachtung des sandartigen Schuttes.

§. 64. Bildung und allgemeine Eigenschaften. — Wie eben schon angedeutet worden ist, so entsteht aus der mechanischen Zertrümmerung des Blöckeschuttes Sand. Indessen nicht blos auf diesem Wege, sondern überhaupt da, wo mineralische Massen durch mechanische Gewalt so stark zertrümmert werden, daß ihre Trümmer höchstens erbsengroß sind, wird sandartiger Schutt gebildet. Wenn die Bäche und Flüsse die von ihnen fortgeflutheten Felsblöcke durch Hin- und Herschieben an einander abschleifen und abrunden, wenn die am flachen Strande in die Höhe rollende Meereswoge die daselbst abgelagerten Gerölle mit knarrenden Geräusche aneinander reibt, dann bilden die von diesen Geröllen abgescheuerten Mineraltheilchen einen feinen, pulver- oder staubförmigen Sand, den so gefürchteten Flug, Quell- und Mehlsand; wenn ferner das Meteorwasser das thonige oder mergelige Bindemittel von Sandsteinen erweicht, schlämmt und wegfluthet, dann bleibt ebenso ein loses Gehäufe von Sandkörnern übrig, als wenn Wasserfluthen längere Zeit auf einem sandreichen Thon- oder Lehmboden stehen bleiben und dann bei ihrem Abzuge die zu Schlamm gewordene Erdkrume mit sich fortfluthen; wenn ferner poröse, zellige oder nach allen Richtungen hin von zahlreichen Klüften durchzogene Felsarten sich voll Wasser saugen, so zersprengt dieses bei seiner Erstarrung zu Eis die Masse der Felsarten zu Geröll- und Sandschutt, ganz so, wie die vulcanischen Wasserdämpfe die erstarrte Lavamasse des Kraters in körnigen, pulverigen und aschenähnlichen Sand zerstäuben; wenn endlich gemengte krystallinische Felsarten, deren Mineralgemengtheile nicht alle gleich leicht von den Verwitterungspotenzen ergriffen und zersetzt werden können, eben durch die Verwitterung in Erdboden umgewandelt werden, dann bilden die noch nicht

zersetzbaren oder wohl gar nicht zersetzbaren Gemengtheile derselben sandige Beimengungen ihres Verwitterungsbodens.

Unter sandartigen Trümmern hat man demnach alle kleinen, pulver- bis erbsengroßen Mineraltrümmer zu verstehen, mögen dieselben nun heißen, wie sie wollen, und mögen sie in der Form von Körnern, Blättchen (Schüppchen) oder mehlähnlichem Staube auftreten.

Von der Erdkrume unterscheidet sich aller Sand

1) durch die Gestalt seiner einzelnen Individuen, welche stets, auch wenn sie noch so klein sind, eckige oder abgerundete, im feuchten Zustande zwischen den Fingern nicht breitdrückbare, Körner oder Blättchen, aber niemals Krumen, d. h. Klümpchen von unbestimmbarer Gestalt bilden, welche sich im durchfeuchteten Zustande breitdrücken oder in die Länge walzen lassen und überhaupt knet- und formbar sind, wie man dieses z. B. beim Thon oder Lehm oder auch bei frischgebackenem Brode bemerken kann;

2) durch sein Verhalten gegen das Wasser, indem der reine Sand, auch wenn er mehlartig fein ist, mit Wasser weder einen knetbaren Teig noch einen wirklichen Schlamm bildet, da er auch bei noch so starker Umrüttelung mit Wasser sich rasch zu Boden senkt und mit dem Wasser keine länger dauernde Farbebrühe bildet, sobald das Wasser ruhig steht;

3) durch den Mangel an fester gegenseitiger Anziehung seiner einzelnen Individuen, indem dieselben, wenn sie rein mineralischer Natur sind, bei der Befeuchtung mit reinem Wasser, auch wenn sie mehlartig sind, nie so fest aneinander hangen, daß sie in einander fließen und ein festes Ganzes bilden, sondern schon bei geringer Erschütterung ihren Zusammenhalt aufgeben. Nur wenn seine Körner mit einem Stoffe überzogen sind, welcher Wasser ansaugt und mit demselben Schlamm bildet; wie dieses z. B. der Fall ist bei einem

aus Thon, kohligen Humus oder Eisenocker bestehenden Ueberzuge, oder wenn seine einzelnen Körner aus verwitternden und Thon bildenden Mineralresten bestehen, oder endlich wenn Wasser, welches solche schlammbildende Theile enthält, zwischen seinen Individuen durchsintert, können diese letzteren mehr oder weniger fest zusammengekittet werden.

§. 65. Eintheilung und Arten des Sandes. — Es ist oben schon angedeutet worden, daß alle Mineralien bei ihrer Zertrümmerung zu Sand werden können. Da nun aber viele dieser sandbildenden Mineralien im Zeitverlaufe sich noch weiter zu Erdkrume zersetzen, so vor allen die Feldspath-, Hornblende- und Augit-Sandköner, und andere theils durch reines, theils durch Kohlensäure haltiges Wasser allmählich ganz aufgelöst werden können, so folgt von selbst, daß man beim Sand im Allgemeinen veränderliche, d. h. sich theils in Erdkrume umwandelnde, theils im Wasser lösliche, und unveränderliche oder stabile, unter den gewöhnlichen Verhältnissen sich nicht zersetzende und lösende, Sandindividuen unterscheiden muß.

Bei dieser, ebenso für die Natur des Sandes selbst wie für die durch ihn herbeigeführten Bodenveränderungen höchst wichtigen Unterscheidung hat man nun weiter die Sandgehäuse eingetheilt einerseits je nach den mineralischen Arten und andererseits je nach der Größe der einzelnen, in einer Sandaggregation vorkommenden, Sandindividuen. Mit Hülfe dieser Unterscheidung lassen sich die Sandaggregationen in folgende Uebersicht bringen.

Der Sandschutt besteht

1) nur aus veränderlichen Mineralresten: veränderlicher Sand: Zu ihm gehört der Sand der einfachen Minerale, mit Ausnahme des Quarzes und Eisenglanzes. Er erscheint:	2) aus theilweise veränderlichen Mineralresten: Sand aller gemengten, quarzhaltigen Felsarten.	3) aus ganz unzersetzbaren Mineralresten: unveränderlicher Sand. Zu ihm gehört der Sand des Quarzes, Eisenglanzes und Titaneisenerzes.

Erdkrume bildend: Sand der Silicate.	im Wasser ganz löslich: Sand des Salzes, Gypses, Kalksteines und Dolomites.

Alle diese Sandarten können je nach der Größe ihrer Individuen bilden:

1) Kies, Grand oder Grus: Erbsen- bis kirschkern- (2—3 Linien) große Körner.	2) Perlsand: Hanf- (1½—2 Linien) große, perlenähnliche, Körner.	3) Groben Sand: Hirsekorn- (¾ Linien) große Körner.	4) Feiner Sand (Quell- oder Triebsand): Mohnsamen-große Körner.	5) Mehl-, Staub-, Flugsand: Pulver- bis staubförmig, vom Wind leicht beweglich.

Außerdem unterscheidet man die Sandgehäufe, wenn man jedes derselben als ein Ganzes betrachtet, je nach der in ihnen an Menge vorherrschenden Mineralart als:

1) quarzreichen; 2) kalkreichen und 3) augitischen Sand.

Endlich kann man auch noch die Sandgehäufe je nach ihrer Bildungsweise eintheilen:

1) in Vulcanensand oder vulcanische Asche: Aggregationen, welche bei vulcanischen Eruptionen durch die Gewalt der entweichen wollenden Wasserdämpfe aus der erstarrten Lava erzeugt und in die Luft geschleudert werden.

Sie bestehen aus frischen, noch unzersetzten, körnigen bis pulverförmigen Mineral-Individuen, vorzüglich von Feldspathen, Augiten, Leucit und Nephelin,

2) in Verwitterungssand: Aggregationen, welche durch den Verwitterungsproceß hauptsächlich der gemengten krystallinischen Felsarten entstehen und aus einem Gemenge von größeren und kleineren, theils noch frischen, theils schon halbverwitterten, veränderlichen und unveränderlichen, Mineralkörnern und von mehr oder weniger Erdkrume bestehen,

3) in Schwemm- oder Fluthsand: Aggregationen, welche durch Wasserfluthen zusammengehäuft worden sind und vorherrschend aus abgerundeten, kleinen bis mehlförmigen Mineralresten bestehen, unter denen an Menge Körner von Quarz und anderen nicht oder doch nur schwer zersetzbarer Mineralien vorherrschen.

§. 66. Nähere Betrachtung der wichtigsten Sandaggregationen. — Da der Sand von der größten Wichtigkeit für die Bildung und Fruchtbarkeit der verschiedenartigsten Bodenarten ist, so ist es nothwendig, wenigstens diejenigen Arten des Sandes näher kennen zu lernen, welche entweder überall vorkommen oder doch wenigstens einen Einfluß auf die Pflanzenwelt irgend einer Gegend ausüben und auch wohl als Verbesserungsmittel des Bodens benutzt werden. —

Unter den in dieser Weise sich bemerkbar machenden Sandarten sind namentlich folgende beachtenswerth:

1) Der Vulcansand oder Lavasand. — Wenn die bei einer vulcanischen Eruption aus dem Erdinnern empordringende Steinschmelz- oder Lavamasse sowohl in dem Schlote wie in dem Krater eines Vulcanes zu festem Gesteine erstarrt, so verstopft sie die ebengenannten vulcanischen Abzugscanäle so stark und fest, daß die nun ferner auf dem vulcanischen Herde sich entwickelnden Wasserdämpfe nicht

mehr entweichen können und sich in Folge davon so anhäufen, daß sie zuletzt mit größter Heftigkeit so lange gegen die den Schlot und Krater verstopfenden Lavamassen stampfen, bis sie die letzteren von unten nach oben zu Sand, Pulver und Mehl zermalmt haben. Und indem sie nun durch den gewaltsam erbrochenen Abzugscanal mit vollster Hast entweichen, reißen sie die von ihnen geschaffenen Lavatrümmermassen mit sich in die Luft, von wo aus sie dann als Sand- und Aschenregen theils schon in der nächsten Umgebung des sie erzeugenden Vulcanes zu Boden sinken, theils in der Gestalt von gewaltigen, das Sonnenlicht verfinsternden, Wolkenmassen durch die Luftströmungen oft in weitentfernte Länder geführt werden. — Die so aus der Zerstampfung vulcanischer Gesteinsmassen erzeugten Aggregationen feineren Steinschuttes sind das Bildungsmaterial des vulcanischen oder Lavasandes, von welchem man nun weiter den eigentlichen Lavasand (Piperino), welcher aus erbsen- bis hirsekorngroßen, meist schwarzgrauen und dann Pfefferkörnern (daher „Piperino") nicht unähnlichen Steinstückchen besteht, und die vulcanische Asche, welche weiter nichts ist, als ein pulver- oder staubartiges, schwärzliches, graues oder weißliches Aggregat von zermalmter Lava unterscheidet.

Nach allem eben Mitgetheilten entsteht also aller Vulcanensand, sowohl der körnige wie der pulverige, aus zerstampfter Lava. Da nun diese letztere, soweit bis jetzt bekannt ist, theils aus Trachyt, theils aus Basaltarten (Basalt, Dolerit, Nephelindolerit oder Leucitophyr) besteht, so muß selstverständlich der aus der Zertrümmerung der Lava entstehende Sand sammt der Asche ebenfalls aus dem Gruse oder den Trümmern dieser Felsarten, sowie aus den einzelnen Mineralgemengtheilen derselben bestehen und demgemäß theils aus Trachyt-, Basalt-, Dolerit- oder Leucitophyrresten, theils aus Krystall-

stückchen und Körnern von thonerdehaltigen Augit, Kalkhornblende, Kalkoligoklas, Labrador, Leucit, oder auch Anorthit und Nephelin gemengt erscheinen, dabei aber auch noch oft Magneteisenerz, Magnesiaglimmer, Melanit, Idokras oder auch Zeolithe beigemengt enthalten. — Da nun aber ferner die, aus dem Herde der Vulcane in die Höhe steigenden und die Sand- und Aschenmasse nach allen Richtungen durchdringenden, Dämpfe in der Regel Salzsäure, schwefelige Säure, Kohlensäure und meist auch Schwefelwasserstoff beigemischt enthalten, so muß die von diesen ätzendwirkenden Dämpfen durchzogene Sand-Aschenmasse schon gleich bei ihrer Bildung mannichfach umgewandelt werden und schon aus ihrem Gehalte an Feldspath, Nephelin oder Leucit, also aus ihrem Thonerde, Kali-, Natron- und Kalkerdegehalte allein durch den Einfluß der in den Dämpfen enthaltenen Schwefelsäure

schwefelsaures Thonerdehydrat d. i. Alluminit
schwefelsaure Natronthonerde d. i. Natronalaun
schwefelsaures Natron d. i. Glaubersalz,
schwefelsauren Kalk d. i. Gyps,

ferner unter der Einwirkung der salzsauren Dämpfe

Chlornatrium d. i. Kochsalz,
Chlorkalium d. i. Sylvin,

endlich unter dem Einflusse der Kohlensäure

kohlensaures Natron d. i. Soda,
kohlensaures Kali,
kohlensauren Kalk

erzeugen. — Es entstehen also hiernach aus diesen Vulcanensandgehäufen schon gleich nach ihrer Entstehung und ebenso bei allen später auf ihre Masse einwirkenden Dämpfen eine große Zahl von Salzen, welche meistens im Wasser auflöslich sind und hierdurch auf mannichfache Weise nicht nur verändernd und zersetzend auf die noch vorhandenen Gemeng-

theile einwirken, sondern auch dem schon bald auf dem Vulcansande erwachenden Pflanzenleben eine reichliche Nahrung bieten. Rechnet man zu allem diesen, daß bei jeder vulcanischen Eruption auch Kochsalz und Salmiak (Chlorammonium) schon fix und fertig dem Vulcanensande einverleibt werden, so darf man sich nicht über die Mannichfaltigkeit und Ueppigkeit der Vegetation wundern. Dazu kommt nun endlich noch, daß dieser vulcanische Sand überhaupt leicht verwittert, einerseits weil seine kleinen Individuen leicht von allen Seiten durch die ihn umgebenden Zersetzungsagentien angegriffen werden können und andererseits, weil seine Masse schon vornherein von heißen und mit ätzenden Substanzen versehenen Dämpfen durchzogen worden ist. Das so aus seiner endlichen Zersetzung hervorgehende Verwitterungsproduct ist dem des Trachytes oder Basaltes ähnlich und besteht demnach aus einer kalkigthonigen oder mergeligen, mit Augit, Hornblende und noch unzersetztem Felsgrus untermengten, Erdkrume, welche eben in ihrem Gruse ein unerschöpfliches Magazin für die Erzeugung von doppeltkohlensauren Salzen des Kalkes, Natrons und Kali's besitzt.

Der vulcanische Sand, und namentlich dessen Asche, besitzt einen weit größeren Verbreitungsbezirk, als man gewöhnlich glaubt. Denn abgesehen davon, daß er um jeden noch thätigen Vulcane herum mächtige, oft mehrere hundert Fuß starke und meilenweit ausgedehnte, Ablagerungen bildet, zeigt er sich auch noch in Ländern, welche oft viele — bis 100 — Meilen weit von seiner eigentlichen Bildungsstätte entfernt liegen, und auf welche er durch starke Luftströmungen, wie sie ja bei jeder vulcanischen Eruption zum Vorscheine kommen, geflutbet worden ist. Außerdem aber tritt er auch in mehr oder minder mächtigen Lagermassen in der näheren oder ferneren Umgebung von längsterloschenen Vulcanen der Vorzeit, freilich meist in fest und felsartig gewordenen Massen,

auf; denn alle die Trümmergesteine, welche wir im vorigen Abschnitte unter dem Namen des Trachyttuffes, Trasses, Phonolithtuffes, Basalttuffes und Basaltsandsteines kennen gelernt haben, sind in der That weiter nichts als die durch eingesintertes Wasser zum festen Ganzen verkitteten Massen von vulcanischem Sande und vulcanischer Asche. — Alle diese alten, zu festem Gestein erstarrten, Aschenmassen gleichen in ihrer Bodenbildung der jetzt noch entstehenden Asche; freilich, so üppig fruchtbaren Boden wie diese letztere können sie nicht mehr produciren, da Regenströme durch viele Jahrhunderte hindurch sie zum großen Theile der mannichfachen Salze beraubt haben, welche wir oben als Producte der vulcanischen Dämpfe kennen gelernt haben. Immerhin aber geben die Tuffe der Basalte und Trachyte noch jederzeit vortreffliche Bodenarten und Düngemittel zumal auf sand- und lehmreichem Boden.

2) Der Verwitterungssand. — Er entsteht durch das Zerfallen ganz verwitterter Felsmassen, Felsblöcke und Gerölle und zeigt sich daher seiner Hauptmasse nach stets als ein Gemenge von kleinen Felsstückchen (Felsgrus) und Krystallresten, Körnern und Blättchen derjenigen Mineralien, aus welchen seine Mutterfelsarten bestehen. Sehr gewöhnlich aber enthält dieses Gemenge auch mehr oder weniger Erdkrume, welche theils schon von den Mutterfelsarten in seine Masse gelangt ist, theils sich aus der Zersetzung seiner Sandkörner fort und fort entwickelt. Lagert er noch in der nächsten Umgebung seines Bildungsgesteines, dann bestehen seine Sandtheile nur aus den Resten dieses letzteren; ist er aber durch Regenfluthen aus dem Bereiche seiner Bildungsstätte mehr oder weniger weit weggefluthet worden, dann kann er auch noch die Reste aller derjenigen Felsarten enthalten, welche in der Umgebung seiner Bildungsstätte vorkommen. In allen Fällen erscheint er dann als ein Gemenge theils von verän-

derlichen, theils von unveränderlichen Sandkörnern. In dieser Weise zeigt das Sandgehäufe aller gemengten krystallinischen Felsarten, welche neben ihren, aus Feldspath, Glimmer, Hornblende oder Augit bestehenden, Gemengtheilen noch Quarzkörner enthalten, neben den veränderlichen Feldspath-, Glimmer- Hornblende- und Augitresten auch noch unveränderliche Quarzkörner und wird im Verlaufe der Zeit in dem Grade reicher an den letzteren, zugleich aber auch an Erdkrume, je mehr sich die ebengenannten veränderlichen Sandtheile zersetzen. Der Verwitterungssand der Granite, Gneiße, Porphyre und Glimmer reichen Gesteine zeigt dieses zur Genüge. Auch die basaltischen Felsarten, welche zwar keinen Quarz, aber Magneteisen besitzen, enthalten in ihrem Sande neben den veränderbaren Feldspath- oder Nephelin- und Augitkörnern nur wenig oder nicht veränderbare Magneteisenkörner, welche um so mehr hervortreten, je weiter die Verwitterung der übrigen basaltischen Gemengtheile vorwärts schreitet. — Dagegen besteht der Sand aller derjenigen Felsarten, welche keinen Quarz oder kein Magneteisen besitzen, nur aus veränderlichem Sande, welcher im Zeitverlaufe ganz und gar in Erdkrume umgewandelt werden kann, wie man an dem Verwitterungssande des Diorites, Diabases, Gabbros und Hypersthenfelses bemerken kann.

Der Verwitterungssand, welcher nach dem eben Mitgetheilten vorzugsweise ein Zertrümmerungsproduct der gemengten krystallinischen Felsarten ist und sich am häufigsten in der näheren Umgebung seiner Bildungsgesteine abgelagert zeigt, bildet mit der Zeit einen Boden, welcher dem seiner Muttergesteine ähnlich, aber fruchtbarer erscheint, weil seine Bildungskörner durch die Verwitterungsagentien leichter ergriffen und zersetzt werden können, als die derben Massen seiner Muttergesteine. Er gibt darum auch ein gutes Düngmittel für alle diejenigen Bodenarten ab, welche arm an alkalischen Salzen und reich an unzersetzbarem Sande sind.

3) Der Schwemmsand. — Sowohl der Vulkanen-, wie der Verwitterungssand kann zum Schwemmsand werden, wenn Wasserfluthen ihn von seiner Mutterstätte wegfluthen und mehr oder weniger weit entfernt von dieser letzteren erst wieder absetzen. Außerdem besteht ein großer Theil dieses Sandes aus den abgeriebenen Resten von Blöcken und Geröllen, welche die Fließgewässer in ihren Betten hin und her und gegeneinander schieben. Endlich muß namentlich auch aller Sand, welcher aus der vollständigen Zertrümmerung von Sandsteinen entsteht, zum Schwemmsande gerechnet werden, weil ja die Sandsteine selbst erst aus der Verkittung dieses Sandes entstanden sind. — In der Art seiner Massetheile und in der Menge seiner erdigen Beimengungen zeigt sich der Schwemmsand verschieden einerseits je nach der kleineren oder größeren Entfernung seiner Lagerstätten von der ursprünglichen Bildungsstätte desselben andererseits nach der Größe und Fließgeschwindigkeit der ihn transportirenden Gewässer und endlich auch nach dem Alter seiner Massen. In dieser Beziehung ist im Allgemeinen folgendes anzunehmen:

a) Je weiter Sandmassen durch das Wasser von ihrer Mutterstätte weggefluthet werden, um so kleiner und abgerundeter erscheinen ihre Körner, um so reicher sind sie an Quarzkörnern und schwer verwitterbaren Mineralresten, aber auch um so ärmer an Erdkrume, wenn das sie transportirende Wasser eine starke Fließkraft besaß und während seines Laufes nicht durch Hemmnisse gezwungen wurde, zugleich mit dem Sande auch die Erdkrumentheile nieder sinken zu lassen.

b) Wird eine mit beigemengter Erdkrume wohlversorgte Sandablagerung öfter vom Wasser überfluthet, so raubt ihm dieses bei seinem Abflusse um so mehr von dieser Erdkrume, je länger es sich auf ihr in fluthender Bewegung befand. Stillstehendes Wasser dagegen schlämmt wohl auch die Erdbei-

mengungen des Sandes, aber es setzt sie bei seiner Verdunstung auch wieder als Erddecke auf dem Sande ab.

c) Je älter Sandablagerungen sind, um so weniger veränderbare Theile besitzen sie, wenn sich anders nicht noch Blöcke, Gerölle und Grus in ihrer Masse befinden, welche durch ihre Verwitterung und Zerfallung neue veränderbare Sandtheile liefern. — Bemerkenswerth aber erscheint in dieser Beziehung der Schwemmsand, welcher aus dem Zerfallen von Sandsteinen entsteht. Denn dieser enthält neben seinem Quarzgehalte auch noch um so mehr Feldspathkörner und Glimmerblättchen, je älter die Formation ist, zu welcher der Muttersandstein des Schwemmsandes gehört. In dieser Weise ist z. B. der graue Sandstein der Zechsteinformation reicher an Feldspaththeilen, als der Bundsandstein und dieser immer noch reicher als der weit jüngere Quadersandstein. Der Grund von dieser Erscheinung liegt wahrscheinlich darin, daß die ältesten Sandsteinbildungen aus der Zerstörung von Graniten, Gneißen und anderen gemengten krystallinischen Gesteinen entstanden sind, während die jüngeren und jüngsten Sandsteingebilde schon als Schlämmungsproducte von zerstörten älteren Sandsteinen betrachtet werden müssen.

Nach allem diesen eben Mitgetheilten unterscheidet sich also im Allgemeinen der Schwemmsand von anderen Sandarten zunächst durch seine kleinen, abgerundeten Körner, sodann durch die größere Menge von unveränderlichen oder doch nur schwerveränderlichen Mineralresten, endlich durch die geringe oder ganz fehlende Beimengung von wirklicher Erdkrume.

Je nach den in seinen Aggregationen vorherrschenden Mineralarten unterscheidet man von dem Schwemmsande:

a) quarzreichen Sand, welcher in ganz reinem Zustande nur aus Quarzkörnern besteht, in der Regel aber 2 bis 25 Procent andere Mineraltrümmer, namentlich Feld-

spath-, Hornblende- und Glimmertheilchen, außerdem nicht selten auch noch Kies und Grus von Granit, Syenit, Gneiß und Porphyr beigemengt zeigt und nun weiter je nach den am meisten in seiner Masse auftretenden Mineralkörnern unterschieden wird, als:

Feldspath haltiger Quarzsand mit 5—25 Proc. gelblicher, röthlicher, braunrother oder weißlicher Orthoklas- oder Oligoklaskörner;

Glimmer haltiger Quarzsand mit 2 — 10 Proc. zarter, silberweißer, messinggelber oder eisenschwarzer Glimmerschüppchen;

Kalk haltiger Quarzsand mit 5—10 Proc. kohlensauren Kalkes, dessen Stückchen oft nichts weiter als Bruchstücke von Conchyliengehäusen sind;

Eisenschüssiger Quarzsand (Eisen- oder Ironsand, Ortsand), dessen einzelne Körner mit einer, bisweilen liniendicken, Rinde von ockergelbem Eisenoxydhydrat so fest überzogen sind, daß man dieselbe nur durch warme Salzsäure von ihnen entfernen kann. Dieser Sand ist das Hauptbildungsmittel der im nördlichen und nordwestlichen Tieflande Deutschlands so allgemein verbreiteten unfruchtbaren Geest;

Kohle haltiger Quarzsand (Blei-, Form- und Humussand), ein mit kohligen Humustheilchen untermengter und überzogener und durch dieselben bleigrau oder auch schwarzgrau gefärbter, Sand, welcher vorzüglich im norddeutschen Tieflande auftritt und entweder über dem Ortsteine oder mit demselben wechsellagert.

b) kalkreichen Sand, welcher 80 bis 95 Procent kohlensauren Kalk enthält und bei seiner Lösung in Salzsäure 5—10 Proc. Quarz- und Feldspathkörner und nicht selten auch 2—10 Proc. Thon absetzt. Er lagert theils in den

Thälern zwischen Kalkbergen, theils im Untergrunde von Mooren, namentlich von Wiesen- oder Riethgrasmooren, theils im Gebiete der Dünen am Meeresstrande. Von ihm unterscheidet man aber wieder

1) den Muschelsand oder Muschelgrus, welcher an den Küsten der Meere vorkommt, an diesen oft beträchtliche Dünenhügel zusammensetzt und vorherrschend aus Trümmern von Meeresconchylien und Korallen besteht, aber oft auch mehr oder weniger Quarzsand enthält. Für thonreiche und sumpfige oder moorige Bodenarten gibt er ähnlich dem Mergel ein vortreffliches Düngmittel ab;

2) den Wiesenmergel oder Alm, welcher entweder nur aus pulverförmigen oder zusammengesinterten Kalkkörnern oder aus einem Gemenge von 60—80 Proc. kohlensauren Kalkes, 10—15 Proc. Quarzkörner und 5—10 Proc. Thones besteht und hauptsächlich auf dem Grunde von Wiesenmooren über einer Sandlage, z. B. in Thüringen und Bayern, in mehr oder minder mächtigen Ablagerungen auftritt.

§. 67. Eigenschaften des Sandes im Allgemeinen. — Die Gehäufe des Sandes, vor allen des durch die Fluthen der Flüsse und Meere abgesetzten Schwemmsandes, bedecken in gewaltigen Massen das norddeutsche Tiefland vom Rheine bis zur Weichsel und überziehen von da aus nach Osten dringend den größten Theil der russischen Niederungen in Europa und Nordasien, verbreiten sich ferner von Westen nach Osten quer durch ganz Afrika und ebenso durch den größeren Theil von Asien und verwandeln in beiden Erdtheilen das fruchtbare Land und die Wohnstätten der Menschen durch ihre überall hindringenden Flugsandwolken in öde Wüsten und Steppen — kurz die Gehäufe des Sandes nehmen unermeßlich weite Strecken der Erdoberfläche ein und finden

sich überall da, wo ehedem große Binnensee'en standen. Sie sind daher von der größten Wichtigkeit für das Leben nicht nur der Pflanzen, sondern auch der Thiere und Menschen. Wohl ist es demnach von großem Werthe, diejenigen Eigenschaften des Sandes kennen zu lernen, durch welche er eben einen so großen Einfluß auf alle mit Leben begabte Geschöpfe der Erdoberfläche ausübt.

Unter diesen Eigenschaften treten nun am meisten hervor, zunächst die Bindigkeitsverhältnisse des Sandes, sodann das Verhalten desselben gegen die Wärme und gegen das Wasser und endlich seine Veränderlichkeit.

1) Die Bindigkeit oder Cohärenz der Massetheile des Sandes. — Wenn Thon- oder Lehmkrumen mit Wasser angefeuchtet werden, so ziehen sie sich gegenseitig einander an und haften mehr oder weniger fest an einander, so daß man ihre Masse kneten und formen kann, ja daß diese letztere auch nicht ihren Zusammenhalt aufgibt, wenn man sie von einer stark schiefen Fläche herab zu Boden fallen oder auf der schwingenden Hand auf und ab hüpfen läßt. Diese eigenthümliche gegenseitige Anziehung angefeuchteter Erdkrumen, welche sich übrigens auch bei frischem Brode zeigt, nennt man ihre Bindigkeit. Sie ist eine Eigenschaft aller wirklichen Krumen und findet sich nicht nur bei dem Thone und Lehme, sondern auch, wenn gleich in geringerem Grade, bei den Humussubstanzen, dem Eisenoxydhydrate und allen mehlförmigen Bestandtheilen des Erdbodens, wenn dieselben Feuchtigkeitsanziehung, aber auch Feuchtigkeitshaltung besitzen. Wie zeigt sich nun diese Eigenschaft bei dem Sande? — Aus dem, was soeben über die Bindigkeit im Allgemeinen mitgetheilt worden ist, ergibt sich von selbst, daß in einem Sandgehäufe um so weniger Bindigkeit der Sandkörner stattfinden kann,

1) je grobkörniger diese Körner sind,

2) je unverwitterter sie sind und je mehr sie überhaupt den Verwitterungsagentien widerstehen,
3) je mehr demnach in einem Sandgemenge die Quarzkörner vorherrschen,
4) je weniger zwischen und an den Sandkörnern Substanzen vorhanden sind, welche Feuchtigkeit anziehen und festhalten.

Nach allem diesen wird also ein Sandgehäufe nur dann im angefeuchteten Zustande etwas Bindigkeit zeigen, wenn es aus möglichst kleinen, pulver- oder mehlförmigen, Körnern besteht, oder wenn es ferner in seinem Gemenge viel verwitternde und bei ihrer Verwitterung Thon oder Eisenoxydhydrat producirende Körner enthält, oder wenn endlich seine Körner mit einer Rinde von Eisenoxydhydrat, Thon- oder Humussubstanz überzogen oder mit diesen Substanzen gemengt sind. — Der fast nur aus reinem Quarze bestehende Sand zeigt demnach die geringste und im austrocknenden Zustande gar keine Bindigkeit; er gewährt auch den Wurzeln der auf ihm sich ansiedelnden Pflanzen nur dann einen Haftplatz, wenn diese letzteren das Vermögen besitzen, weit und tief im Boden umherziehende und viel Zasern besitzende Wurzeln zu treiben.

Eine bemerkenswerthe Ausnahme von dieser Regel bildet der Kalksand, zumal wenn er sehr feinkörnig ist. Die feinsten, mehlartigen Theile dieses Sandes nemlich bilden mit Regenwasser einen zarten Schlamm, welcher beim Austrocknen die einzelnen gröberen Kalkkörner zusammenkittet, so daß dann die Oberfläche solcher Kalksandgehäufe fast wie zusammengefroren aussieht. An den Kreideküsten Rügens kann man solche zusammengefrittete Kreidesandgehäufe nach jedem starken Regen und gleich darauf folgenden Sonnenscheine entstehen sehen.

2) Eigenthümlich ist auch das **Verhalten des Sandes gegen die Wärme**. — Bekanntlich kann jeder Körper

auf zweierlei Weise von Außen her Wärme empfangen, nemlich entweder durch **Leitung**, wenn er in unmittelbarer Berührung mit einem Wärme spendenden Körper steht, oder durch **Strahlung**, wenn er nicht unmittelbar einen warmen Körper berührt, sondern durch die von dem letzteren ausgehenden Wärmestrahlen getroffen wird. Hiernach kann also auch ein Sandgehäufe durch Leitung erwärmt werden, wenn es entweder von der seine Masse berührenden oder dieselbe durchdringenden Luft oder von der Erde, auf welcher es lagert, oder auch von einzelnen seiner Sandkörner, welche Wärme entwickeln und an die sie berührenden Sandmassen abgeben, Wärme erhält, — aber es kann auch andererseits von den Wärmestrahlen der Sonne durchdrungen werden. Gegen diese verschiedenartigen Erwärmungsmittel verhält sich nun ein und dasselbe Sandgehäufe sehr verschieden.

a) **Kommt nemlich ein Sandgehäufe mit einem warmen Körper**, z. B. mit warmer Luft oder mit warmer Erde, **in unmittelbare Berührung, so nimmt es von demselben um so langsamer Wärme in sich auf, je grobkörniger, lockerer, trockener und heller gefärbt seine Masse ist und je weniger sie erdige oder humose Beimengungen besitzt.** Aber hat es sich einmal mit Wärme gesättigt, dann hält es auch die aufgenommene Wärme um so länger fest, je mehr die eben erwähnten Eigenschaften seiner Masse ausgeprägt sind. Demgemäß ist also ein solches grobkörniges, trockenes, hellgefärbtes und erdefreies Sandgehäufe **ein sehr guter Wärmehalter**. Ein so beschaffener Sand wird daher eine durchwärmte Erdmasse während des Winters immer warm erhalten und auch eine gute Wärme haltende Decke für Pflanzen bilden. Aber ebenso wird er auch während des Sommers einen von Feuchtigkeit durchdrungenen Boden feucht und kühl erhalten, indem er die Wärme der Luft nicht durch seine

Masse durch zu dem unter ihm lagernden Erdboden gelangen läßt. Ganz anders aber verhält er sich, wenn er auf einem von Wasser durchdrungenen, quelligen und das Wasser nicht durchlassenden, Boden lagert. Alsdann nimmt er allmählich — zumal wenn er kleinkörnig ist oder wenn seine Körner mit einer Eisenockerrinde überzogen sind — immer mehr Wasser in sich auf. Indem aber das so angesogene Wasser seine Körner gewissermaßen verkittet, wird seine Masse dichter und in Folge davon ein guter Wärmeleiter, welcher alle die ihm aus seiner Umgebung zugeleitete Wärme rasch aufnimmt und eben so rasch an die Luft abgibt. In diesem Falle also hört ein Sandgehäufe auf, für den unter ihm gelegenen Boden ein guter Wärmehalter zu sein; ja in diesem Falle kann es sogar die Ursache werden, daß sich die Feuchtigkeit und Kühle liebenden Wassermoose auf ihm niederlassen und eine Moorung gründen.

b) Anders dagegen verhält sich ein Sandgehäufe gegen die Wärmestrahlen der Sonne. Unter sonst gleichen Verhältnissen wird es durch diese um so schneller und stärker erhitzt, je grobkörniger und je dunkeler gefärbt seine Masse ist. Aber es wird die aufgenommenen Wärmestrahlen nur dann auch lange in sich festhalten, wenn seine Körner mit Eisenocker oder mit kohligen oder humusartigen Substanzen überzogen sind. Ist dieses nicht der Fall, ist seine dunkele Farbe eine Eigenschaft der seine Masse zusammensetzenden Mineralkörner, dann gibt er seine am Tage durch die Sonne empfangene Wärme am Abend und bei beginnender Nacht auch eben so rasch an die es bestreichende Atmosphäre ab, so daß es sich so stark abkühlt, daß die über seiner Oberfläche hinstreichenden und mit Wasserdampf erfüllten Luftschichten alle Sandkörner dick mit Thautropfen beschlagen. Kein Sand, ja überhaupt kein Boden bedeckt sich stärker mit Thau, wie ein solcher aus gelben, braunen oder schwarzen

Quarz-, Feldspath-, Hornblende-, Augit- oder Basaltkörnern bestehender Sand, zumal wenn er grobkörnig ist und nicht durch Gewächse bedeckt oder doch beschattet wird. Es ist dieses Verhalten des Sandes von großer Wichtigkeit für seine Pflanzenproductionskraft; denn durch diese reichlichen Thauniederschläge, welche stets Sauerstoff und Kohlensäure in ihren einzelnen Tropfen enthalten, werden nicht nur die auf dem Sande wohnenden Pflanzen gebadet, erquickt und ernährt, sondern auch aus den in der Sandmasse vorhandenen zersetzbaren Mineralresten eben mittelst ihrer Kohlensäure lösliche kohlensaure Salze, welche den sandbewohnenden Gewächsen zur Nahrung dienen können, und außerdem auch noch Erdkrumentheile geschaffen, durch welche der früher ganz bindungslose Sand mit der Zeit bindiger und fruchtbarer wird. Nur schade, daß der sich am stärksten bethauende Sand sich auch so stark abkühlt, daß in kühlen Nächten sein Thau zu Reif erstarren und hierdurch den Sand bewohnenden Pflanzen nachtheilig werden kann.

Während nun so der aus gefärbten Quarz- und Silicatkörnern bestehende Sand sich des Abends stark abkühlt und in Folge davon auch stark bethaut, nimmt der vorherrschend weißlich gefärbte, hauptsächlich aus Kalkresten bestehende, Sand die Wärmestrahlen der Sonne nur ganz langsam auf und erhitzt sich am Tage weit weniger, aber er hält auch die einmal aufgenommene Wärme lange fest, so daß er sich des Abends und Nachts nur wenig abkühlt und in Folge davon auch nur wenig bethauet.

3) Von großer Wichtigkeit für die Bodenbildung und Pflanzenerhaltungskraft des Sandes ist endlich auch seine Wasseransaugungs- und Wasserhaltungskraft. — Die erste dieser beiden Kräfte oder Eigenschaften äußert sich dadurch, daß ein Sandgehäufe Feuchtigkeit sowohl aus der Atmosphäre wie auch aus seinem Untergrunde in sich

aufsaugen kann; die Wasserhaltungskraft aber besteht in dem Vermögen des Sandes, das in sich aufgenommene Wasser auch längere oder kürzere Zeit in sich festzuhalten.

a. Was nun zunächst die Wasseransaugungskraft (Capillarität, Haarröhrchenkraft und Hygroskopizität) des Sandes betrifft, so hängt dieselbe einerseits von der Feinheit seiner Körner und andererseits von der mineralischen Art dieser Körner, sowie von den Anhängseln und Beimischungen derselben ab. In dieser Beziehung lehrt die Erfahrung, daß ein Sandgehäufe um so weniger Feuchtigkeit und überhaupt Wasser aus seiner Umgebung in sich aufzusaugen vermag, je grobkörniger sein Gemenge, je reicher es an Quarzkörnern und anderen schwer verwitternden Mineralresten und je ärmer es an verwitternden Mineralkörnern und an thonigen, eisenockerigen und humus- oder torfartigen Beimengungen ist. — Reine Quarzkörner vermögen gar kein Wasser anzusaugen und festzuhalten, so lange sie ganz trocken sind, dagegen vermögen sie, wenn sie vorher durch Regen, starke Thauniederschläge oder Meeresdunst ganz befeuchtet worden sind, umsomehr Wasser namentlich aus ihrem Untergrunde in sich aufzusaugen, je feinkörniger sie sind und je dichter aneinander gedrängt sie liegen, kurz je feiner und zahlreicher die zwischen ihnen vorhandenen Haarspalten sich zeigen. — Anders verhalten sich in dieser Beziehung die in einem Sandgehäufe vorhandenen Feldspath-, Glimmer-, Hornblende- und Augitkörner. Sobald nemlich diese Mineralreste zu verwittern beginnen, bilden sich in ihrer Masse eine Menge zarter Spalten, mittelst deren sie unaufhörlich Feuchtigkeit mit Kohlensäure aufsaugen und durch dieselbe nicht nur Wasser ansaugende und sich in demselben auflösende Salze, sondern auch thonige und eisenockerige Substanzen bilden, welche nun ihrerseits auch wieder alle

Feuchtigkeit aufsaugen. In allem diesen liegt daher der Grund, warum ein Sandgehäufe um so mehr Feuchtigkeitsansaugung zeigt, je reicher es an Körnern der eben genannten Mineralien oder an Thon und Eisenocker ist.

b. Wie nun die Feuchtigkeitsanziehung abhängig erscheint von der eben angeführten Beschaffenheit des Sandes, so hängt auch seine Kraft, das angezogene Wasser in seiner Masse fest zu halten, von der Natur seines Gehäufes ab, so daß man in dieser Beziehung wieder den Erfahrungssatz aufstellen kann. Ein Sandgehäufe hält das in seine Masse eingedrungene Wasser um so fester, je feiner seine Körner sind, je dichter sie aneinander liegen, je mehr dieselben aus verwitterbaren Mineralresten bestehen und je mehr sich thonige, ockerige oder humose Substanzen zwischen ihnen befinden.

4) Alle diese bis jetzt besprochenen Eigenschaften des Sandes können sich im Verlaufe der Zeit ändern, wenn ein Sandgehäufe einerseits veränderliche Sandkörner und andererseits einen Ablagerungsort besitzt, in welchen umändernde Agentien eindringen können. Vor allen wirken in dieser Beziehung Windströmungen, Wasserfluthen, Atmosphärilien und Pflanzen, ganz abgesehen davon, daß auch des Menschen cultivirende Hand gar manche — sei es verbessernde, sei es verschlechternde — Veränderungen in einer Sandablagerung hervorbringt.

a. Welchen gewaltigen Einfluß die Luft- oder Windströmungen auf eine Sandablagerung ausüben, das zeigt uns in auffallender Weise die Entstehung und das Wachsthum jener, oft in mehreren Reihen hinter einander am flachen Gestade des atlantischen Oceans, der Nord- und Ostsee hinziehenden Hügelreihen, welche unter dem Namen der Dünen allbekannt sind. Die Meereswoge schwemmte das

Material zu denselben an und die vom Meere landeinwärts stürmenden Windeswellen häufter sie zu den ewig beweglichen Dünenhügeln auf, aber damit nicht zufrieden, heben alle nachfolgenden Windströmungen die leicht beweglichen Körner derselben auf, um sie als Sandwolken weit ins Innenland zu jagen und als gefürchteten Flugsand über die Culturländereien der Menschen zu schütten. Aber die Windströmungen wirken auch noch in anderer Beziehung verändernd auf die Massen des Sandes ein: Am Meeresstrande führen sie denselben zugleich mit dem verdunstenden Meereswasser Salze, welche der Wasserdunst aus dem Meere mit fortgerissen, oder auch verwesende Organismenreste und Erdkrumentheilchen zu, durch welche Substanzen allmählich das unwirthbare Sandgehäufe des Strandes befruchtet und für Pflanzen bewohnbar werden kann. Im Binnenlande aber rauben sie hier einer ausgedürrten Sandablagerung ihre kärglichen und staubig gewordenen Erdkrumentheile und führen sie einem anderen Sandgehäufe zu, so daß dieses letztere fruchtbarer wird, während das erstere alles Vermögen zur Pflanzenernährung verliert.

b. So wirthschaften im Allgemeinen die Windströmungen im Gebiete des Sandes. Aber noch mannichfacher wirkt das Wasser auf die Ablagerungen des Sandes ein. Hier schiebt es dem losen Gehäufe desselben Erdkrumentheile und Humussubstanzen, ja auch mancherlei gelöste Salze, oft aber auch zersetzbare Felsgerölle, zu, wenn es seine Massen überfluthet und dann allmählich verdunstet, dort aber entreißt es bei seinen Ueberfluthungen der Sandmasse alle die ebengenannten Substanzen und führt sie dann bei seinem Abflusse mit sich fort. Gar manche Sandablagerung ist in dieser Weise durch Wasserfluthen mit thonigen und humosen Stoffen, sowie durch Salze mancher Art zur fruchtbaren Wohnstätte des Pflanzenreiches geworden; gar manche erst fruchtbare Sandmassen

aber sind auch durch das Wirthschaften des Wassers zur öden Steppe geworden, zumal wenn der Mensch sie unvorsichtig ihrer, sie gegen Wind und Wetter schützenden, Pflanzendecke beraubt hatte.

c. Vortheilhaft indessen wirken in der Regel die Niederschläge des atmosphärischen Wassers auf Sandablagerungen ein; denn abgesehen davon, daß diese Niederschläge die auf dem Sande wohnenden Pflanzen mit dem für ihre Existenz so nothwendigem Wasser versorgen, führen sie auch demselben Sauerstoff und Kohlensäure zu, durch welche nicht nur, wie früher gezeigt worden ist, die in einem solchen Gehäuse noch vorhandenen umwandelbaren Mineralreste zersetzt und zur Production von Erdkrumentheilen und löslichen Pflanzennahrungssalzen angeregt, sondern auch die in der Sandmasse vorhandenen Pflanzen- und Thierreste in Humussubstanzen umgewandelt werden, welche nun selbst wieder umwandelnd auf die veränderlichen Minertheile des Sandes einwirken und außerdem aus sich heraus Kohlensäure und Ammoniaksalze — diese für die Pflanzen so unentbehrlichen Nahrstoffe — entwickeln.

d. Wind und Wasser wirken gewaltsam und darum auch mehr oder weniger plötzlich verändernd auf die Ablagerungen des Sandes ein. Anders ist es mit dem Pflanzenreiche. Nur mit Mühe schleicht es sich in das Gebiet des Sandes ein; mühevoll ist auch Anfangs sein Leben; hat es aber erst festen Fuß auf dem losen Gehäuse des Sandes gefaßt und hat es in so dichten Schaaren sich angesiedelt, daß es die Oberfläche der beweglichen Sandschollen ganz verdeckt und mit seinen Wurzelfilzen die einzelnen Sandkörner fest zusammenkettet, dann haben Wind- und Wasserströmungen ihre verheerende Gewalt über das Sandgehäuse verloren und es beginnt die nur allmählich, aber nachhaltig wirkende Herrschaft des Pflanzenreiches. Mit langen, horizontal umher-

kriechenden, außerordentlich zahlreich sich verästelnden Wurzeln durchwühlen nun die einzelnen Arten dieses Reiches das Sandgehäufe nach allen Richtungen hin und umklammern alle Körner desselben so, daß dieselben mit den sie umstrickenden Pflanzenwurzeln ein zusammenhängendes Ganze bilden, welches nicht mehr von Wasserfluthen fortgeschwemmt, aber auch nicht mehr so leicht durch die Wärmestrahlen der Sonne oder durch austrocknende Luftströme seiner durch Regen erhaltenen Feuchtigkeit beraubt werden kann. Dazu kommt, daß die alljährlich absterbenden Pflanzen mit ihren verwesenden Körpergliedern dem Sandgehäufe eine Substanz übergeben, welche nicht nur die Feuchtigkeit ihres Standortes zusammenhält, ja unter Verhältnissen so stark ansammelt, daß aus dem ehedem so dürren Sande ein mit Wassermoosen und Moorhaide dicht bewachsenes Torfmoor werden kann, sondern auch Säuren, wie z. B. die sogenannten Humussäuren und Kohlensäure, entwickeln, durch welche die, in der Sandablagerung vorhandenen, veränderlichen Mineralkörner zersetzt und zur Bildung von Erdkrume und löslichen Pflanzennahrungssalzen angeregt werden. Kein Wunder daher, daß in dieser Weise ein ehedem ödes, pflanzenkahles, von jedem Luftzuge veränderbares, Sandgehäufe im Verlaufe der Zeit doch noch in ein fruchtbares, der Cultur zugängliches, Pflanzengefilde umgewandelt werden kann, zumal wenn der cultivirende Mensch es versteht, eine solche von der Pflanzenwelt urbar gemachte Sandablagerung mit Düngstoffen zu versorgen, welche das Werk der naturwüchsigen Pflanzen nicht wieder vernichten, wenn er mit anderen Worten einem vorherrschend aus Sand bestehenden Boden nicht mit Substanzen versorgt, welche einerseits die Wasser haltende Kraft desselben schwächen, wie dieses z. B. Haide- und langes Stroh thun, und andererseits auch keine Stoffe aus sich produciren, welche entweder schon durch sich allein die in einem Sandboden wachsenden Pflanzen

ernähren können oder doch die in einem solchen Boden vorhandenen veränderlichen Mineraltheile zu zersetzen vermögen, wie dieses z. B. mit der, alle möglichen Schwefelalkalien und kohlensaures Ammoniak enthaltenden, Jauche organischer Reste der Fall ist.

Soviel über die Veränderungen, welche eine Sandablagerung im Zeitverlaufe durch Wasser, Luft und Pflanzenwelt erleiden kann. Wie wir so eben kürzlich gezeigt haben, so bestehen dieselben

1) in einer durch Wind oder Wasser herbeigeführten Vermehrung oder Verminderung der Massetheile eines Sandgehäufes und
2) in einer durch die Atmosphärilien und die Verwesungssubstanzen der in seinen Ablagerungsmassen wurzelnden Vegetabilien herbeigeführten Umwandlung seiner noch veränderbaren Sandkörner in Erdkrume, Eisenocker und lösliche Salze, sodann in Folge davon
3) in einer Veränderung seiner Gesammtmasse, indem aus dem früheren, losen, dürren Sandgehäufe ein mit Erdkrume und Humus untermengter, mehr oder weniger bindiger und die Feuchtigkeit zusammenhaltender Sandboden oder auch, unter dem Einflusse von Wassermoosen und anderen, das Wasser festhaltenden Pflanzen, namentlich bei ohnedies schon feuchter Lage, ein Torfmoor wird.

§. 68. **Wichtigkeit des Sandes für die Bildung und Umänderung der Erdrindemassen und besonders des Erdbodens.** — Wer von den felsigen Höhen der Gebirge hinab in die von Bächen durchrauschten Thäler und dann weiter in die weiten Auen der Flüsse und Ströme bis zum niederen, flachen Strande des Meeres wandert, wird bemerken, daß die Ablagerungen des Sandes sowohl an Mächtigkeit wie an seitlicher Ausbreitung um so mehr zunehmen, je flacher und niedriger das Land wird und

je langsamer die Fließgewässer durch ihr Gebiet sich hinwälzen, bis am Ende da, wo das Land sich allmählich in das Bett des Meeres einsenkt und das Meer seine Wogen gegen den Strand hinrollt, die Masse des Sandes zu den weit ausgestreckten, sich bis 300 Fuß erhebenden und oft in mehreren Reihen hinter einander lagernden Hügelwällen der öden Dünen anschwillt. Wer nun aber sieht, wie jeder, vom Meere her gegen die nur aus leicht beweglichem Sande aufgebauten Dünenhügel anstürmende, Windesstrom gewaltige Wolken von Sand erhebt, sie landeinwärts trägt und dann als Sandregen immer und immer über die anliegenden Culturländereien schüttet, bis diese in unfruchtbare Sandwüsten umgewandelt und selbst die Wohnstätten der Menschen vergraben sind, der muß erstaunen über die verderbliche Macht, welche der Sand, dieses Gehäufe von winzig kleinen Mineralkörnern, über große Strecken der Erdoberfläche ausübt. Ja, in diesem Falle erscheint wirklich das Wirken des Sandes ein verderbliches. Aber dieselben Sandwolken, die heutigen Tages die Wohnstätten und Ländereien der Menschen in Sandeinöden umwandeln, waren es auch, welche allmählich die ehedem noch unter dem Meeresspiegel lagernden Landesgebiete so lange mit Geröllen und Sand überzogen, bis sie über das Meer als Tiefland hervortraten, waren es auch, welche das neugeborene Land durch Aufschüttung von Dünenwällen gegen die anstürmenden Wogen des Meeres vor dem Wiederuntergang retteten und schützten; waren und sind es endlich noch jetzt, welche Becken voll fauligen Wassers und unwirthbare Torfmoore ausfüllen, überschütten und so zwar in ein Sandgebiet umwandeln, aber — in fruchtbares, Wälder, Wiesen und Aecker tragendes, indem ihr Sand durch die unerschöpfliche Feuchtigkeit der unter ihnen liegenden Moore immer feucht bleibt und hierdurch bindig gemacht und mit löslichen Salzen versorgt wird, so daß Gräser und Bäume verschiede-

ner Art auf ihm gedeihen und ihn gegen die verderblichen Wirkungen der Luftströmungen schützen können. — So ist also das Wirthschaften des Sandes ein gesegnetes, Land gebährendes und Land erhaltendes. Wenn aber trotzdem der Flugsand fruchtbare Ländereien in wüste Steppen umwandelt, wie dann? — Immerhin, Landesmassen werden immer durch diese Sandströmungen theils erzeugt theils erhöht. Und was uns heute noch als pflanzenleere Steppe oder Wüste entgegenstarrt, aus dem kann die Natur im Verlaufe der Zeit immer noch fruchtbares Land schaffen, wenn anders der Mensch ihrem Wirthschaften nicht so hindernd in den Weg tritt, wie er es nach den Mittheilungen der Geschichte namentlich in den früheren Jahrhunderten gethan; denn nach diesen Mittheilungen waren z. B. die Landesfluren am Busen von Biscaya im südwestlichen Frankreich, welche jetzt unter dem Namen „Les Landes" als morastige oder mit Moorhaide bewachsene Steppen bekannt sind, oder die jetzt unter Flugsand vergrabenen Westgebiete Jütlands mit Wäldern bedeckt; — der Mensch schlug sie weg und der Flugsand hielt seinen Einzug. Wir haben bis jetzt den Sand als selbständigen Landeserzeuger betrachtet. Aber weit mehr noch wirkt er im Vereine mit erdkrümlichen Substanzen zur Bildung von Erdrindemassen oder zur Umwandlung von Erdboden.

Wenn Gewässer Sand und Thon innig und gleichmäßig mischen, so entsteht eine lehmige Masse; erhärtet diese zu fester Felsart, so bildet sie Sandstein. Das alles geschieht noch in der Gegenwart am felsigen Strande von Meeren und ist durch alle Bildungsperioden der Erdrinde geschehen; denn alle die mächtigen Sandsteinablagerungen der Erdrinde waren einmal mit Sand untermischter Thon oder Mergel und werden es auch wieder bei ihrem Zerfallen.

Aber noch mehr. Reiner Thon bildet im ganz durchnäßten Zustande Schlamm, im durchfeuchteten eine zähe,

anklebende Masse und im ganz ausgetrockneten harte, steinartige, nach allen Richtungen berstende, Knollen; reiner Thon also ist in allen Zuständen kein behaglicher Standort für die meisten Gewächse. Aber mit Sand gleichmäßig und innig untermischt, bildet er die verschiedenen Arten des Lehmes, welcher bekannt ist als fruchtbare Wohnstätte aller möglichen Pflanzen, vor allen der grasartigen Gewächse. Es ist demnach der Sand ein Verbesserungsmittel aller thonreichen Bodenarten, weil er sie warm erhält, locker macht und am Bersten hindert, aber auch in vielen Fällen mit Nahrstoffen versorgt, wenn er in seinem Gemenge zersetz- oder lösbare Mineralreste enthält, und endlich auch die im Thone eingebetteten Organismenreste dadurch, daß er die Thonmasse locker und luftig macht, zur vollen Verwesung anregt. Alles dieses vermag schon der Quarzsand, in noch viel höherem Grade aber der Kalksand und der Verwitterungssand der Granite, Gneiße, Glimmerschiefer und Porphyre; denn alle diese letztgenannten Arten des Verwitterungssandes geben bei ihrer Verwitterung nicht blos alkalinische Salze, sondern auch Quarzkörner. Der Kalk und Basalt dagegen geben bei ihrer Verwitterung keinen Quarz; ihr Sand ist daher nur so lange von guter Wirkung, als er noch nicht vollständig zersetzt worden ist; nach seiner Zersetzung wird daher der sandige Thon wieder zu gemeinen Thon und erscheint, wie man zu sagen pflegt, ausgemergelt; ja durch die Zersetzung des Basaltsandes ist er sogar noch fetter an Thon geworden. Demgemäß ist also der Sand des Basaltes und aller gemengten krystallinischen Felsarten, welche wenig oder keine Quarzkörner, wohl aber viel Feldspathe enthalten, für thonreiche Thonarten nur so lange ein Boderverbesserungsmittel, als er noch nicht vollständig zersetzt ist; hat er sich aber erst vollständig

zersetzt, dann gibt er dem Boden nur noch Thon oder höchstens Thonmergel. Dagegen erscheint der Sand aller dieser feldspathreichen, quarzlosen Felsarten für jeden sandreichen Boden als gutes Verbesserungsmittel, da er bei seiner Zersetzung den Erdkrumengehalt desselben vermehrt. Ueberhaupt aber wird hiernach

a) der kalk- und quarzreiche Sand
   1) für alle thonreichen,
   2) für alle moorigen und torfigen,
   3) für alle sehr humusreichen und darum allzu nassen Bodenarten;

b) der quarzlose oder quarzarme Sand aber
   1) für alle sandreichen,
   2) für alle eisenschüssigen,
   3) für alle stark von kohligem Humus durchzogenen, und leicht zur Ausdürrung geneigten Bodenarten

ein gutes Verbesserungsmittel abgeben.

Soviel über die Bedeutung des Sandes als Bodenverbesserungsmittel. Das eben in der Kürze Mitgetheilte wird wohl schon zur Genüge zeigen,

daß einerseits der Sand das Magazin im Boden bildet, aus welchem der letztere so lange Pflanzennahrung erhält, als noch eine Spur zersetzbaren Sandes in ihm vorhanden ist, und andererseits der Thon, dieses Universalbildungsmittel alles Bodens, erst durch eine gleichmäßige Untermengung mit Sand zu fruchtbarem Boden wird.

II. Capitel.

Von der Erdkrume und dem Erdboden.

§. 69. Allgemeiner Charakter der Erdkrume. — Alle Gewächse, an deren Körper man eine deutlich ent-

wickelte Wurzel und einen Stengel oder Stamm mit Blättern bemerkt, bedürfen einer Erdrindenlage, in welcher ihre Wurzeln sich nicht nur gegen die Stürme der Luftströmungen und des Wassers festhalten und ihrer Natur gemäß ausbreiten, sondern auch mit denjenigen Nahrungsstoffen versorgen können, welche sie für die Erhaltung und das Wohlbefinden der von ihnen emporgetriebenen Pflanzenglieder bedürfen. Soll nun aber eine solche Erdrindenlage für die Pflanzenwelt einen dauernden und behaglichen Wohnsitz bilden, so muß sie vor Allem ein Mittel besitzen, welches alle Ansprüche der auf ihr wohnenden Pflanzenarten befriedigen kann.

Dieses Mittel, durch welches eine Erdrindenmasse zum behaglichen und dauernden Wohnsitz für die Pflanzenwelt wird, ist die Erdkrume.

Diese Erdkrume nun ist das letzte Verwitterungsproduct von allen Mineralien, welche kieselsaure Thonerde als Hauptbestandtheil besitzen und besteht aus Mineraltheilen, welche im ganz ausgetrockneten Zustande pulverig erdig erscheinen, im angefeuchteten Zustande aber eckigrundliche, klebrige, zwischen den Fingern knet- und formbare Krümeln oder Krumen bilden, und bei vollständiger Durchnässung in die feinsten, im Wasser lange schwebend bleibenden und mit demselben einen ganz gleichmäßigen Schlamm bildenden, Theile zerfallen; dabei aber sich nie im Wasser wirklich auflösen und auch durch keins der gewöhnlich im Boden vorkommenden Zersetzungsagentien weiter umwandeln lassen. Aber eben durch diese ihre Unlöslichkeit im Wasser und Unveränderlichkeit in Kohlensäure haltigem Wasser, sowie durch ihre Anhaftungskraft an anderen Körpern während ihres feuchten Zustandes wird die Erdkrume das Mittel, wodurch sie dem losesten Sandgehäufe Bindigkeit und Kraft gibt, den Pflanzenwurzeln einen festen Haft gegen Windesströmungen und Wasserfluthen zu gewähren.

Unter den verschiedenen Zersetzungsproducten der Mi-

neralien gibt es nun aber blos eins, welches alle die eben angegebenen Eigenschaften der Erdkrume besitzt; dieses ist die gewässerte kieselsaure Thonerde oder die Thonsubstanz. Alle anderen Mineralsubstanzen, so namentlich das Eisenoxyd, der kohlensaure Kalk und Gyps bilden im trockenen Zustand theils steinartige, theils pulverförmige Massen, aber keine wahre Erdkrume, und sind theils schon in reinem (z. B. der Gyps), theils in Kohlensäure haltigen (z. B. der Kalk), theils in Humussäuren haltigen Wasser (z. B. das Eisenoxyd) veränderlich oder ganz auflösbar. Sie alle sind daher auch nicht im Stande, eine dauerhafte Wohnstätte den Pflanzen zu gewähren. Die Thonsubstanz ist demnach das Hauptmittel, mit welchem die Natur alle die Bodenarten schafft, welche die verschiedenen Glieder des mächtigen Pflanzenreiches dauernd ernähren und erhalten soll, so daß man wohl behaupten darf: Es gibt keinen für die Dauer fruchtbaren Erdboden, welcher nicht irgend eine Quantität Thon enthält. Wohl ist es daher von der größten Wichtigkeit, dieses Universal-Bodenbildungsmittel möglichst genau kennen zu lernen.

a. Die Thonsubstanzen.

§. 70. Allgemeine Eigenschaften derselben. — Wenn man Töpferthon oder sonst einen sogenannten fetten, d. h. von Sand oder Kalk freien, Thon zu einer Platte auswalzt und läßt dieselbe an einem trockenen schattigen Orte ganz allmählich austrocknen, so behält sie fast vollständig ihre ebene Plattenform; wenn man aber eine solche Thonplatte auf einen heißen Ofen oder in die Sonne legt, so läßt sie allzurasch das in ihr vorhandene Wasser verdunsten, so daß nun ihre einzelnen Massetheile sich zu stark und fest anziehen und in Folge davon zunächst ein Zerplatzen

der ganzen Platte und dann ein Krümmen der einzelnen Stücken zu napfähnlichen Scherben herbeiführen. Das Alles kann man an jeder in der Sonne austrocknenden Thonschlammpfütze beobachten. Aber dieses Alles — dieses Hartwerden, Schwinden oder Rissigwerden und in Folge davon zu Scherben oder steinähnlichen Knollen („Klößen") zerfallen — ist eine allgemeine Eigenschaft allen Thones und tritt um so stärker auf, je freier derselbe von innig beigemischtem Sand oder Kalk ist. — Wenn man nun aber weiter einen solchen steinhart gewordenen Thonknollen ins Wasser legt, so zerfällt er nicht gleich wieder zu Schlamm; nur sehr langsam und allmählich wird er bei fortdauernder Wasserwirkung lagenweise von Außen nach Innen erweicht, schmierig oder schlammig. Als Schlamm hält dann der Thon das Wasser sehr fest, verdunstet aber dieses letztere zum Theil allmählich, so bildet er einen zähen zarten, anklebenden Teig, welcher sich allen Körpern fest anhängt und kneten und formen läßt (also plastisch ist). Trocknet nun aber dieser Teig noch mehr aus, dann bildet er eine feinkrümelige Masse, deren einzelne Krumen die in ihnen noch vorhandene Feuchtigkeit sehr fest halten und sich in Folge davon unter einander immer noch stark anziehen. In diesem krümlichen Zustande sieht er dem Lehme sehr ähnlich, ist indessen noch leicht von dem letzteren dadurch zu unterscheiden, daß sich seine Masse am Fingernagel glättet und zwischen den Fingern theils zu dünnen, nicht berstenden, Blättchen breit drücken, theils in dünne, biegsame, nicht zerreißende, Stengel auswalzen läßt, lauter Eigenschaften, welche der Lehm wenig oder nicht zeigt. Trocknet endlich ein solcher krümlicher Thon allmählich ganz aus, so zerfällt er in eine staubige oder pulverige Masse, welche dann bei vollständiger Durchnässung wieder Schlamm bildet. Eigenthümlich für diesen Schlamm

ist nun, daß er, wenn er gefriert, bei später erfolgender, allmählicher Aufthauung nicht wieder zu Schlamm, sondern zu einer krümlichen Erde zerfällt, dagegen bei plötzlich eintretendem Thauwetter wieder zu Schlamm wird.

Alle diese ebenerwähnten Eigenschaften stehen im Zusammenhange mit dem Verhalten des Thones zum Wasser. Wohl kein anderer mineralischer Körper besitzt nemlich eine so große Feuchtigkeitsanziehungs- und Wasserhaltungskraft wie der Thon. In ganz sand- oder kalkfreiem Zustande vermag derselbe 70 Procent Wasser in sich aufzunehmen und festzuhalten; von 100 Theilen eingesogenen Wassers läßt derselbe bei + 15° R. in 4 Stunden nur 32 Theile verdunsten. Diese Anziehung übt er nun nicht allein gegen reines Wasser, sondern auch gegen alle im Wasser gelösten Substanzen, ja sogar gegen andere Flüssigkeiten, z. B. gegen Farbebrühen, Düngerjauchen und Oele aus. Durch dieses alles aber wird der Thon ein wahres Magazin von allen Substanzen, welche das einen Thonboden durchziehende Wasser mit sich führt; aber eben dadurch wird er auch zur Mutterbrust, welche den an ihr saugenden Pflanzenwurzeln unermüdlich die ihnen nöthige Nahrung darreicht. Indessen kann er auch durch die ihm vom Wasser zugeleiteten und von seinen Massetheilen angesogenen und festgehaltenen Substanzen so umgewandelt werden, daß er ein anderer Körper wird und in Folge davon auch andere Eigenschaften annimmt; der Lehm und Mergel, von denen im Folgenden noch die Rede sein wird, bestätigen diese Andeutung. — Endlich liegt eben in dieser Begierde des Thones, Wasser in sich aufzusaugen, auch der Grund, warum der Thon um so mehr sich einem feuchten Körper — z. B. der feuchten Lippe oder Zunge — anhängt, je mehr er sich der Austrocknung nähert. Außer Flüssigkeiten und in denselben aufgelösten Substanzen vermag der Thon

nun auch noch Gase aller Art — z. B. Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoffe u. s. w. — in sich aufzusaugen und fest zu halten, woher es auch kommt, daß aller Thon beim Erhitzen oder Anhauchen einen unangenehmen, dumpfen, gewöhnlich ammoniakalischen Geruch (sogenannten Thongeruch) von sich gibt.

Es ist bis jetzt nur im Allgemeinen von der Eigenschaft des Thones, Wasser und all' der in dem letzteren gelösten Substanzen in sich aufzusaugen, die Rede gewesen; da nun aber diese Eigenschaft von der größten Wichtigkeit einerseits für die verschiedenartigsten Veränderungen in der Masse eines Bodens und andererseits für die Ernährung der Pflanzenwelt ist, so ist es nöthig, dieselbe noch etwas näher ins Auge zu fassen und namentlich die Fragen: Zeigt jede Art des Thones eine gleichgroße Auffaugungskraft vorzüglich von Salzlösungen? Vermag der Thon zu gleicher Zeit mehrere verschiedenartige Salze in sich aufzunehmen und verändert sich hierdurch seine Natur? — näher zu erörtern.

In Beziehung auf die Kraft der Thonsubstanz überhaupt, Lösungen verschiedener Stoffe in sich aufzusaugen, lehrt die Erfahrung einerseits, daß eine und dieselbe Thonmasse am gierigsten Lösungen in sich aufsaugt, wenn sie mäßig feucht ist, so daß sie sich gerade noch kneten läßt, dagegen als feinzertheilter, ganz vom Wasser durchdrungener, Schlamm nur sehr wenig von fremdartigen Lösungen aufnimmt, ja sogar einen Theil der von ihr im feuchten Zustande angesogenen Salze durch Auslaugung wieder verliert. Andererseits aber zeigt auch die Erfahrung, daß unter allen Abarten des Thones diejenige, welche mit 3—5 Procent Eisenoxydhydrat oder auch mit feinzertheilter Humussubstanz untermengt ist, die stärkste Ansaugung von wässerigen

Lösungen zeigt, während der ganz reine, weiße, eisen- und humusfreie, als Kaolin oder Porzellanerde bekannte, Thon nur sehr schwer und wenig Lösungen in sich aufsaugt.

Alles dieses vorausgesetzt fragt es sich nun weiter: Zeigt der Thon gegen jede Art von Lösungen, welche im Boden vorkommt, eine gleich starke Aufsaugungskraft und vermag er zu gleicher Zeit mehrere verschiedenartige Lösungen in sich aufzunehmen? — Soweit die bis jetzt gemachten Erfahrungen lehren, besitzt der Thon die stärkste Aufsaugung gegen die schon in reinem Wasser löslichen Salze der Alkalien und nächst diesen zu den in Kohlensäure oder Humussäuren haltigen Wasser gelösten Salzen der alkalischen Erden, namentlich der Kalkerde und der Kieselsäure; sodann aber auch zu den feinzertheilten Humussubstanzen. Dabei wird man indessen bemerken, daß, wenn eine Thonmasse sich zuerst voll schwer und nur in Kohlensäure haltigem Wasser löslicher Substanzen (z. B. kohlensaurem Kalk) gesogen hat, sie von leicht und schon in reinem Wasser löslichen Stoffen nur wenig noch aufnimmt. Zugleich aber wird man auch beobachten, daß Thon von leicht löslichen Salzen zu gleicher Zeit mehrere Arten in sich aufnehmen kann, ja daß er, wenn er sich zuerst mit einer einzelnen Salzart, z. B. mit kohlensaurem Kali, vollständig gesättigt hat, er dann doch noch eine andere Salzart, z. B. Kalksalpeter, in sich aufzusaugen vermag. Endlich wird man bei all' dieser Aufsaugungskraft des Thones noch die sehr zu beachtende Erscheinung finden, daß, wenn eine Thonmasse zu gleicher Zeit Salze verschiedener Art in sich aufgenommen hat, diese Salze sich gegenseitig zersetzen können, wenn die einen derselben Bestandtheile enthalten, zu welchen die Bestandtheile der anderen größere Anziehungs- und Verbindungskraft besitzen, als zu den schon mit ihnen verbundenen. Ein Beispiel wird diesen Fall erläutern.

Wenn eine Thonmasse schwefelsaures Eisenoxydul (d. i. Eisenvitriol) in sich aufgenommen hat und dann später vielleicht durch Düngung mit Asche kohlensaures Kali erhält, so tauscht dieses letztere mit dem Eisenvitriol die Säure, so daß aus diesem kohlensaures Eisenoxydul und aus dem Kalisalze schwefelsaures Kali entsteht, wie folgendes Schema zeigt:

Schwefelsaures Eisenoxydul und kohlensaures Kali

Kohlens. Eisenoxydul

Schwefelsaures Kali.

In ganz ähnlicher Weise bildet sich im Thone aus einer von ihm aufgesogenen Lösung von phosphorsaurem Kalk und Eisenvitriol durch Austausch der Säuren schwefelsaurer Kalk (d. i. Gyps) und phosphorsaures Eisenoxydul (d. i. Vivianit) ein, beiläufig gesagt, für die Fruchtbarmachung des Thones schlechter Austausch, da ihm nun gerade die Phosphorsäure durch die Unlöslichkeit des Vivianits verloren geht.

Es können demnach, wie aus den eben angegebenen Beispielen erhellt, durch die gegenseitige Zersetzung der vom Thone eingesogenen Salze, ganz neue Arten von Salzen entstehen, welche natürlicher Weise nun auch ganz andere Eigenschaften besitzen und demgemäß auch ganz anders auf die in einem Thonboden wachsenden Pflanzen einwirken, als die ursprünglichen Salze. Es ist dieses in der That ein wohl zu beachtender Wink für die Arten der Düngmittel, welche man einem Thonboden einverleiben will. Ganz vorzüglich ist derselbe zu berücksichtigen bei einem Boden, welcher Reste von Schwefeleisen, wie es z. B. gar nicht selten durch Teichschlamm in Ackerboden gebracht wird, enthält; denn dieses Schwefeleisen entwickelt aus sich stets zweifach schwefelsaures Eisenoxydul, welches sogar auf den Thon selbst einwirkt und ihn theilweise in schwefelsaure Thonerde und Alaun verwandelt.

§. 71. Chemische Bestandtheile und mechanische Beimengungen der Thonsubstanz. — Soviel über die Aufsaugekraft des Thones, welche derselbe ausübt, so lange er nicht allzustark vom Wasser durchdrungen und dünn schlammig gemacht wird, und solange noch Pflanzen in ihm wurzeln, welche ihm immer und immer wieder einen Theil seiner eingesogenen Salze rauben, so daß er sich nie mit den letzteren sättigen kann. Für die Pflanzenernährungskraft des Thones ist zugleich diese seine Aufsaugekraft von der größten Wichtigkeit; denn ohne sie würde er, wenigstens im ganz reinen, ausgebildeten Zustande, den in ihm wurzelnden Pflanzen keine Spur von Nahrung bieten können, da er alsdann nur aus ganz unlöslichen kieselsaurem Thonerdehydrate besteht, in welchem weiter nichts als

47,05 Kieselsäure,
39,21 Thonerde,
13,74 Wasser

vorhanden sind.

So rein aber findet sich die Thonsubstanz in der Natur nur selten, höchstens in manchem Kaolin. Gewöhnlich erscheint ihre Masse auf die mannichfachste Weise verunreinigt, theils durch halb chemisch mit ihr verbundene, durch bloßes Schlämmen mit reinem Wasser nicht von ihr entfernbare, Stoffe, so durch erstarrte Kieselsäure (Kieselmehl), kieselsaure Alkalien oder kohlensaure Salze des Kalkes, der Magnesia, des Eisen- oder Manganoxydules, theils durch ihr rein mechanisch beigemengte und durch reines Wasser von ihr abschlämmbare Mineralreste, so durch Eisenoxyd, verschiedenartigen Sand, im Wasser lösliche Salze oder auch durch faulige oder kohlige Organismenreste. Die Ursachen von dieser Verschiedenartigkeit in dem Bestande der Thonsubstanz liegen einerseits in ihrer Entstehungsweise und andererseits in ihrer Wasseransaugungskraft.

Da die Thonsubstanz der letzte Ueberrest von zersetzbaren Silicaten ist, so liegt es auf der Hand, daß sie nicht eher vollkommen rein erscheinen kann, als bis alle anderen Bestandtheile der in Zersetzung begriffenen Silicate vollständig ausgelaugt worden sind. Indem nun aber diese Auslaugung nur ganz allmählich vor sich geht, so können schon hierdurch eine Menge Abstufungen von den ersten Anfängen sich entwickelnden Thones bis zum vollständig ausgebildeten Thone entstehen, von denen schon viele wenigstens die physischen Eigenschaften des letzteren an sich tragen. Dazu kommt nun noch, daß schon die ersten Spuren des sich entwickelnden Thones die Eigenschaft besitzen, Wasser und alles, was sich in demselben befindet, in sich aufzusaugen und so mit ihrer Masse zu verbinden, daß jeder seiner kleinsten Theile irgend ein Quantum von der eingesogenen Lösung empfängt und dann auch festhält. Hierdurch kann aber der eben erst entstandene Thon die aus der Zersetzung seines Mutterminerales freigewordenen Auslaugungsproducte, wie Kieselsäure, Alkali-, Magnesiasilicate, oder Kalk- und Eisenoxydulcarbonat, gleich wieder, wenn auch nicht chemisch, doch aber so innig und fest mit seiner Masse verbinden, daß diese angesogenen Substanzen selbst nach ihrer Erstarrung durch einfaches Schlämmen mit reinem Wasser nicht wieder vom Thone zu entfernen sind und in dieser Weise scheinbar zu chemischem Gehalt des Thones werden. Daß so aus einfachem Thone Lehm, Mergel, Eisenthon, thoniger Spatheisenstein u. s. w. werden kann, wird in Folgendem gezeigt werden.

§. 72. Abarten der Thonsubstanz. — Die im Vorigen angegebenen Beimengungen des Thones können theils durch Wasserfluthen auf rein mechanischem Wege mit der Thonmasse zusammengeschlämmt worden, theils durch Lösungen im Wasser in die Thonmasse gelangt und dann von dieser in sich aufgesogen worden sein. Im ersten Falle bestehen die-

selben theils aus kleineren und größeren Mineralresten, so namentlich aus Sandkörnern und Geröllen, theils aus Stückchen, Schüppchen, Lamellen und Fasern von halbverwesten oder vertorften Pflanzenresten. In diesem Falle aber sind alle diese Beimengungen nicht so gleichmäßig und nicht so innig mit der Thonsubstanz gemischt, daß man sie nicht schon mit dem bloßen Auge oder doch durch das Gefühl erkennen könnte; ja sie lassen sich in diesem Falle sogar durch einfaches Zusammenrühren mit Wasser von der sie umhüllenden Thonmasse abschlämmen. Anders ist dieses Alles mit den Beimengungen, welche als wirkliche Lösungen mit der Thonmasse untermischt worden sind. In diesem Falle nemlich saugt diese letztere die im Wasser gelösten Substanzen so in ihre Masse ein, daß auch jedes kleinste Theilchen derselben ein bestimmtes Quantum — und das eine grade soviel als jedes andere — erhält, so daß also eine ganz gleichmäßige und innige Mischung entsteht, in welcher man die Beimengungen nur dann noch mit dem Auge erkennen kann, wenn dieselben der Thonsubstanz irgend eine bestimmte, für ihre Erkennung charakteristische, Färbung verleihen; aber in diesem Falle sind die Beimengungen des Thones auch nicht mehr durch bloße Schlämmung mit kaltem Wasser, sondern nur noch durch die Einwirkung von Säuren oder alkalischen Laugen oder auch wohl durch anhaltendes Kochen mit Wasser vom Thone loszutrennen. Ein Beispiel möge das eben Ausgesprochene deutlich machen. Wenn man auf eine nur mäßig feuchte Thonmasse eine Lösung von doppeltkohlensaurem Kalk schüttet, so saugt die Thonmasse diese Lösung vollständig in sich auf. Läßt man nun die Thonmasse allmählich vollständig austrocknen, wodurch zugleich der im Wasser lösliche doppeltkohlensaure Kalk zu unlöslichen einfachkohlensauren wird, so zeigt die Thonmasse auch beim Schlämmen keine Spur von Kalk; wenn man sie nun aber mit Salzsäure überschüttet, so

braust sie in ihrer ganzen Masse bis zum kleinsten Theilchen auf, — ein Beweis, daß jedes Theilchen des Thones ein Quantum des kohlensauren Kalkes erhalten hat, und daß demnach die Mischung des Thones mit dem Kalke eine ganz gleichmäßige und innige war.

Nach allem diesen kann man nun die Beimengungen der Thonsubstanz eintheilen:

1) in mechanische, durch Wasser ausschwemmbare, zu denen Mineral- und Organismenreste verschiedener Art und Größe gehören;
2) in halbchemische, fest mit der Thonsubstanz verwachsene und darum auch nicht durch reines Wasser abschlämmbare, sondern nur durch Säuren, alkalische Laugen oder wenigstens theilweise durch Kochen mit Wasser ausziehbare, zu denen namentlich kohlensaurer Kalk, Eisenoxydhydrat, Gyps und Bitumen gehören.

Durch diese verschiedenen Beimengungen werden namentlich die physischen Eigenschaften der Thonsubstanzen mannichfach verändert und eben durch diese Veränderungen auch die Pflanzenproductionskraft des Thonbodens oft ganz anders. Dieses ist vorzüglich der Fall bei der mit halbchemischen Beimengungen versehenen Thonsubstanz, welche durch innige und gleichmäßige Beimischungen von kohlensaurem Kalk oder erstarrter Kieselsäure (Kieselmehl) um so mehr von ihrer Zähigkeit, Bindigkeit, Klebrigkeit, Nässe und Kälte verliert, und in Folge davon die auf ihr wohnende Pflanzenwelt um so mehr ändert, je reicher sie an einer dieser Beimengungen ist; dagegen um so mehr an Feuchtigkeitsanziehung und Wasserhaltung gewinnt, je mehr ihr feinzertheilte Humussubstanzen und Eisenoxydhydrat (Eisenocker) beigemischt sind, während wiederum der von rothem Eisenoxyd durchdrungene Thon sehr zur Erhitzung und Wasserverdunstung geneigt ist. — Aus allen diesen Gründen muß man von der Thonsubstanz

je nach der Art ihrer halbchemischen Beimengungen mehrere Arten oder vielmehr Abarten unterscheiden.

A. Einfache, reine Thonarten. — Zu ihnen gehört: der Kaolin oder die Porzellanerde, welche im reinen Zustande weiß ist, durch beigemischtes Eisenoxyd aber gelblich oder röthlich erscheint, ein specifisches Gewicht = 2,2 zeigt, sich im trockenen Zustande mager anfühlt und wenig an der feuchten Lippe klebt; im durchfeuchteten Zustande aber sehr formbar ist und dabei nur wenig den sie bearbeitenden Instrumenten anhaftet. Im Feuer erhitzt, frittet sie zusammen und wird so fest und hart, daß sie Glas ritzen kann, aber sie schmilzt nicht. Im Mittel besteht sie aus 37,1 Kieselsäure, 39,2 Thonerde und 13,7 Wasser; sehr häufig erscheint sie indessen verunreinigt durch Mineralreste von denjenigen Felsarten, aus deren Verwitterung sie entstanden ist, so namentlich durch Quarzkörner, Feldspathstückchen und weiße Glimmerblättchen.

Die Porzellanerde ist vorherrschend ein Verwitterungsproduct der kieselsäurereichen und kalk- und eisenoxydularmen Feldspathe, so namentlich des Orthoklases, Albites und kalkfreien Oligoklases. Sie findet sich daher auch am meisten in der Umgebung von feldspathreichen Felsarten, so namentlich des Granites, Syenites, glimmerarmen Gneißes, Felsitporphyres, Trachytes und Granulites, zumal wenn diese Felsarten wenig oder keinen schwarzen Glimmer und wenig Hornblende enthalten. Außerdem bildet sie auch — wenn Wasser sie von ihren Mutterstätten weggeschlämmt hat — Lager in den Gebieten der jüngeren Erdrindebildungen, so vorzüglich in der Formation des Buntsandsteines, in welcher sie sogar als Bindemittel des weißen, sogenannten Kaolinsandsteines auftritt

Als Pflanzenträgerin steht übrigens die Porzellanerde weit hinter den anderen Thonarten zurück, weil sie wenigstens

im ausgebildeten Zustande keine alkalischen Salze enthält und auch nur wenig Salzaufsaugungskraft besitzt.

Der Porzellanerde ähnlich ist der fettig anzufühlende, weißliche oder grauliche, aber 10 — 12 Procent abschlämmbaren Kieselmehls haltige, Fette sehr begierig aufsaugende, Pfeifen-, Walker- oder Kollerthon.

B. Durch halbchemische Beimengungen verunreinigte Thonarten.

Sie sind scheinbar gleichartige Gemenge von kohlensaurem Kalk, Kieselmehl, Eisenoxydhydrat, Eisenoxyd oder Humus mit Thonsubstanz und theils grau, theils ockergelb, theils braunroth, theils auch rauchbraun oder schwarzgrau gefärbt. Je nach diesen ihren Beimengungen und den durch sie hervorgerufenen Eigenschaften kann man sie in folgende Uebersicht bringen:

Thone, welche mit Säuren betropft

nicht aufschäumen:		mehr oder minder stark aufschäumen:
Im trocknen Zustande hart, sich am Fingernagel glättend und spiegelnd; im feuchten Zustande klebrig, teigartig, sehr fein walz- und streckbar. I. Fette Thone.	Im trocknen Zustande mürbe bis bröckelig, und sich wenig oder nicht am Fingernagel glättend; im feuchten Zustande fast nicht klebrig, krümelig, wenig walz- und nicht streckbar. II. Magere Thone.	Alle enthalten kohlensauren Kalk und bilden III. Die Arten des Mergels.

I. Die fetten Thone, welche nach der eben gegebenen Uebersicht sich dadurch auszeichnen, daß sie im trockenen Zustande steinharte Knollen und Scheiben, im durchfeuchteten Zustande aber einen zähen, anklebenden, sehr formbaren Teig bilden, welcher sich in dünne, nicht berstende, Blätter auswalzen und ebenso in dünne, biegsame Stengel ausziehen läßt, enthalten keinen (oder doch nur sehr wenigen) kohlensauren Kalk und auch um so weniger — durch kochende Kali-

lauge ausziehbares — Kieselmehl, je zarter und klebriger ihre durchfeuchtete Masse ist; dagegen erscheint ihre Masse stets theils mit ockergelben oder rothbraunem Eisenoxyde, theils mit humosen Substanzen so innig und gleichmäßig untermischt, daß die ersteren Beimengungen nur durch Säuren, die Humusbeimengungen aber nur durch alkalische Laugen von ihrer Thonmasse entfernt werden können.

Unter diesen fetten Thonen macht sich am meisten bemerklich:

1) Der gemeine Thon, Klay oder Töpferthon, welcher die Grundsubstanz der meisten Ackererden, der Thonablagerungen in den verschiedenen Sand- und Kalksteinformationen, des Lehmes, Mergels und aller der Ablagerungen bildet, welche durch den Schlamm der Flüsse und der Meereswogen auf den von ihnen überflutheten Landesgebieten abgesetzt werden. — Er ist vorherrschend graulich-, grünlich- oder blaulichockergelb, wird beim Brennen durch Entwässerung seines beigemengten Eisenoxydhydrates braun- oder ziegelroth und verglast in sehr starker Hitze. Sein specifisches Gewicht beträgt $2,_{53}$ — $2,_{56}$. Seine Masse enthält außer der mit der Thonerde chemisch verbundenen Kieselsäure gewöhnlich noch 10—12 Proc. beigemengter, durch Aetzkali ausziehbarer, Kieselerde und stets mehrere (2—5) Procent mechanisch beigemengten Eisenoxydhydrates, welches nicht nur die ockergelbe Farbe bedingt, sondern auch die Eigenschaft des Thones, Wasser und alle wässerige Lösungen in sich aufzusaugen und festzuhalten, stark erhöht, so daß er unter allen übrigen Thonarten die oben beschriebenen allgemeinen Eigenschaften am ausgeprägtesten zeigt. Die Ursache von dieser Erscheinung liegt in der Eigenschaft des feinzertheilten Eisenoxydhydrates, selbst Lösungen von Salzen und Gase in sich aufzusaugen und festzuhalten. Mit dem Thone innig gemischt,

muß es daher die Eigenschaften dieses letzteren verstärken. — Außer den eben genannten Beimengungen enthält nun aber auch der Thon häufig noch mehr oder minder verschiedenartige Beimischungen von Silicaten, kohlensaurem Kalk, Gyps, Kochsalz, Glaubersalz, Alaun u. s. w. je nach seinen Ablagerungsorten. Am wenigsten zeigt noch der in den breiten, von Gewässern durchzogenen, Thälern der Sandsteingebiete lagernde Thon Beimengungen; er erscheint als eine durch das Wasser allmählich ausgelaugte Masse.

Für die Pflanzenwelt ist der reine, gemeine Thon eine schlechte Heimathsstätte. Immer naß und kalt und leicht zur Schlammbildung geneigt macht er einen Boden gar bald sumpfig und pfuhlig und gestattet dann nur langwurzeligen Sumpf- und Wasserpflanzen, sich in ihm für die Dauer anzusiedeln. Dabei hat er noch das Unangenehme, daß er im schlammigen Zustande die Pflanzenwurzeln mit einer Schlammrinde überzieht, welche dann beim Austrocknen namentlich die feineren Wurzelfasern fest umschließt und sie am Wachsthume hindert, ja zuletzt zerreißt, indem sie bei ihrer vollen Austrocknung berstet.

2. Der Eisenthon, eisenschüssige Thon oder Bolus: Ein rothbrauner, im durchnäßten Zustande schmieriger, Thon, welcher in sonnigen Lagen vermöge seiner dunkelen Farbe sich stark erwärmt und in Folge davon leicht austrocknet und dann in ein loses Haufwerk von kleinen Schieferblättchen zerfällt. Er entsteht vorherrschend aus Eisenglimmerschiefer und feldspatharmen Gneiß und enthält darum außer 5—20 Proc. Eisenoxyd auch gewöhnlich noch mehrere Procente Quarzkörner, Feldspathstückchen und oft so viel feine, silberweiße, messinggelbe oder braunrothe Glimmerblättchen, daß seine ganze Masse glimmerig glänzt. Seine Hauptheimath befindet sich zunächst in den Buchten und Thälern der Urthonschiefer, Glimmer- und Gneißgebirge;

außerdem aber auch im Gebiete der Conglomerate, Sandsteine und Schieferthone des Rothliegenden und des Buntsandsteines.

Für die Pflege der Pflanzenwelt zeigt er sich weit günstiger als der gemeine Thon, da er eben in Folge seiner rothbraunen Farbe viel empfänglicher für die Sonnenwärme ist und in Folge davon in nicht zu nasser oder schattiger Lage leichter das aufgenommene Wasser verdunstet und lockerer und für die Aufnahme von Luft zugänglicher wird; an sehr sonnigen Lagen freilich kann er auch ganz ausdürren.

3) Humoser oder bituminöser Thon oder Schieferletten: Ein von verschiedenartigen Humussubstanzen oder kohligen Lamellen ganz durchdrungener, rauch- bis schwärzlichgrauer, im durchnäßten Zustande fetter, zäher und schmieriger, im ausgetrockneten Zustande aber sich blätternder Thon, welcher beim Glühen zuerst verbleicht, dann aber ockergelb und zuletzt roth wird. Er findet sich am häufigsten auf der Sohle von alten Fluß-, Teich- und Seenbetten, aber auch von Torfmooren und Braunkohlenlagern, sowie in dem Gebiete der Keuperletten. — In der Regel erscheint er mit feinem Quarzsande, nicht selten aber auch mit schwarzen Körnchen von Schwefeleisen untermengt und gibt dann im letzten Falle einen Fauleiergeruch von sich, wenn man ihn mit Salz- oder Schwefelsäure befeuchtet. Außerdem hat er das Eigenthümliche, daß er im frischen, schlammigen Zustande in Folge der in ihm vorhandenen Humus- (Quell- und Geïn-) Säure blaues Lakmuspapier röthet.

Vermöge seines Gehaltes an freien Säuren wirkt er im frischen Zustande auch nicht gut auf Ackerpflanzen ein. Aus diesem Grunde muß er vor der Anwendung als Dünger erst längere Zeit an der Luft liegen, damit sich die Humussäuren in Kohlensäure umwandeln können. Enthält er nun außerdem noch Schwefeleisen, so ist seine Ausbreitung an der Luft

schon deßhalb nothwendig, damit sich das Letztere durch Anziehung von Sauerstoff in leicht durch Regenwasser auslaugbares oder durch Zusatz von Kalk oder Asche zersetzbares, schwefelsaures Eisenoxydul umwandeln kann.

II. Die mageren Thone sind immer Gemische von Thonsubstanz mit wenigstens 5 Procent Eisenoxydhydrat und wenigstens 10 Procent, nur durch Kalilauge abscheidbaren, Kieselmehles, enthalten aber außerdem noch eine mehr oder minder große Menge von feinem, durch kochendes Wasser abscheidbaren, Sand; ja gewöhnlich auch gröberen, schon beim Reiben mit den Fingern fühlbaren, Sand. In Folge aller dieser innig beigemischten Substanzen können sich aber ihre einzelnen Thontheilchen nicht mehr so innig anziehen und so fest mit einander verbinden, daß sie eine ganz gleichmäßige, wie aus einem einzigen Guße bestehende und wie Seife schneidbare, Masse bilden, sondern nur noch ein aus feinen Krumen bestehendes, locker zusammenhängendes, Aggregat darstellen, welches beim Austrocknen nicht mehr zu steinharten Knollen zerberstet, sondern krümlich wird und im feuchten Zustande sich zwischen den Fingern nur noch wenig breit drücken und nicht mehr zu dünnen Stengeln auswalzen läßt. Die hieher gehörigen Thonsubstanzen saugen in Folge ihres Thon- und Eisenockergehaltes wohl noch stark Wasser ein, aber sie halten es nicht mehr so fest, wie der fette Thon, weil sie in Folge ihres stärkeren Kieselmehl- und Sandgehaltes nicht nur lockerer und der Luft zugänglicher gemacht, sondern auch für die, zur Verdunstung ihres Wassers anregenden, Wärmestrahlen der Sonne empfänglicher werden.

Die aus ihnen gebildeten Bodenarten zeigen sich daher wohl feucht, aber auch luftig, warm und nie so zäh und klebrig, wie die aus fettem Thon zusammengesetzten. Darum aber sind sie auch für die meisten Pflanzenarten, ganz vor-

züglich aber für alle Getreidearten und guten Wiesengräser, die beste Heimath.

Unter den hierher gehörigen, oft nur local auftretenden, mageren Thonabarten ist nun vor allen zu erwähnen:

Der Lehmthon, Grundlehm oder eigentliche Lehm. Dieser allbeliebte Gemengtheil des Erdbodens ist ein inniges und gleichmäßiges, gewöhnlich unrein ockergelbes oder lederbraunes, Gemisch von Thonsubstanz mit 7—10 Procent Eisenoxydhydrat und wenigstens 15 Procent, nicht durch Schlämmen absonderbaren, Kieselmehles, enthält aber außerdem meistens auch noch wenigstens 15 Procent, durch Kochen mit Wasser abschlämmbaren, sehr feinen Sandes. Er ist ein merkwürdiges Gemenge, welches sich nicht durch mechanische Mischung von Thon und feinen Sand, wie es z. B. beim Umpflügen geschieht, sondern nur dadurch bilden läßt, daß Wasser, welches gelöste Kieselsäure enthält, von einer Thonmasse in der Weise aufgesogen wird, daß jedes Theilchen derselben eine Quantität Kieselsäure erhält und sie auch mit sich verbunden hält, wenn ihr Lösungswasser verdunstet und sie zu Kieselmehl erstarrt. So ist die ursprüngliche Lehmsubstanz, wie sie unmittelbar aus der Verwitterung der glimmer-, hornblende- und augitreichen krystallinischen Felsarten entspringt und schon bei ihrer Entstehung die durch die Zersetzung ihrer Muttergesteine freiwerdende Kieselsäure in sich auffsaugt; so aber findet sie sich nur selten in der unmittelbaren Umgebung, z. B. in Buchten und Schluchten, ihrer Muttergesteine. So wie sie nemlich durch Wasser von ihrer Geburtsstätte fortgefluthet, in zarten Schlamm umgewandelt und dann mit feinem Sand tüchtig umgerüttelt wird, so daß ein gleichmäßiges Gemenge entsteht, dann bleiben die beigemischten Sandkörner zwischen den Lehmtheilchen kleben und werden von diesen so umhüllt, daß sie sich von selbst trotz größeren Gewichtes nicht mehr aus dem Lehme absondern

und zu Boden senken können. Aus allem dem geht nun aber auch hervor, daß, wenn man auf künstlichem Wege wirklich Lehm — und nicht sandigen Thon — darstellen will, man Thon erst in zarten, dünnen Schlamm umwandeln und dann mit zugesetztem Sand tüchtig umrühren muß, damit der Letztere gleichmäßig mit dem Thonschlamme gemischt wird. Das alles geht nun freilich auf einem Thonacker im Großen nicht; darum aber wird auch der in ihm untergeackerte Sand nie gleichmäßig vertheilt und sich allmählich aus dem Thone absondern und zu Boden senken, wenn nicht alle Jahre ein solcher gesandeter Thon gehörig umgearbeitet wird.

Der ächte Lehm unterscheidet sich nun, wie auch im Vorigen schon angedeutet worden ist, von dem gemeinen Thon durch folgende Eigenschaften: Im trockenen Zustande fühlt er sich rauh an und ritzt auch wohl Glas, wenn man ihn hart aufreibt; am Fingernagel gerieben glättet er sich nur wenig oder gar nicht; er bildet auch keine steinharten Knollen, sondern nur eine locker zusammenhängende, mulmige Erdmasse, welche leicht zerfällt; in der Sonne liegend wird er nicht so schnell warm, aber er bleibt länger warm als der gemeine Thon. Weil nun die Theile seiner Masse nicht so innig und fest beim Austrocknen aneinander haften, wie beim gemeinen Thone, erscheint dieselbe auch im ganz trockenen Zustande porös, aber eben deßhalb auch viel leichter zugänglich für die atmosphärische Feuchtigkeit, z. B. für Thauniederschläge. Die Folge davon ist, daß der Lehm in der Natur nie so stark austrocknen kann wie der Thon, und, wenn er dem vollen Austrocknungspunkte nahe ist, schon nach einem tüchtigen Regenniederschlage wieder ganz durchfeuchtet erscheint und zu einer krümlichen Erdmasse zerfällt. Etwas abgeändert wird dieses Verhalten des trockenen Lehmes zur Feuchtigkeit, wenn seine durchfeuchtete Masse fest zusammengestampft oder gepreßt wird, wie dieses z. B. bei der Verfertigung von

Lehmbacksteinen geschieht; denn dann verliert sie ihre Porosität um so mehr, je mehr sie zusammengepreßt worden ist, und hierdurch zugleich ihre Feuchtigkeitsanziehung nach dem Austrocknen. — Im durchfeuchteten Zustande aber besitzt der Lehm eine um so stärkere Wasseransaugungs- und Wasserhaltungskraft, je weniger er Sand beigemengt enthält; er kann in diesem Zustande wohl 40—50 Proc. Wasser in sich aufnehmen. Trotzdem wird er in Folge seines Sandgehaltes alsdann nicht so leicht schlammig und klebrig wie der Thon, läßt er sich auch nicht, wie dieser, in so feine Gestalten formen und in so dünne Blättchen oder in so lange und dünne Stengel auswalzen. Wenn nun auch der Lehm viel Wasser in sich aufzunehmen vermag, so hält er es doch nicht so fest, wie der Thon, weil er leichter von der Wärme durchdrungen wird; daher erscheint auch der von ihm gebildete Boden nie so naß und nie so kalt, als der Thonboden. Schließlich muß noch erwähnt werden, daß der Lehm vermöge seiner Porosität weit stärker gasförmige Substanzen, wie z. B. Kohlensäure und Ammoniak in sich aufzusaugen vermag, als der Thon, woher es auch kommt, daß er schon bei geringer Erwärmung einen üblen Geruch entwickelt. Ganz besonders kann man diese Erscheinung in Viehställen beobachten, deren Wände mit Lehm belegt sind. Aber eben dieser Eigenschaft wegen geben auch alte Lehmbacksteine ein gutes Düngmittel.

Den besten Lehm findet man in den Buchtenthälern des Granites, Gneißes, Syenites und Diorites. In diesen Ablagerungsorten erscheinen noch viele größere und kleinere Trümmer von den eben genannten Felsarten seiner Masse beigemengt, welche dann den Lehm bei ihrer allmählichen Zersetzung unaufhörlich mit löslichen kiesel- und kohlensauren Salzen der Alkalien versorgen, woher es auch kommt, daß in diesen Thalgebieten nicht blos die üppigsten Wiesenmatten, sondern auch prächtige Wälder — aus Bäumen verschiedener

Art, vorzüglich aus Eichen, Eschen, Ulmen, Buchen und Ahornen, gemischt — auftreten. Außerdem aber treten auch beträchtliche Lehmablagerungen in den Buchten und Thälern der Granit-, Gneiß- und Porphyrconglomerate des Rothliegenden, sowie des bunten und Keupersandsteines, also von lauter Felsarten auf, welche bei ihrem einfachen Zerfallen Lehm produciren können. Indessen ist dieser Lehm, ebenso wie der in den weiten Auen des jüngeren Schlämmlandes nicht so üppig fruchtbar, wie der oben beschriebene Verwitterungslehm, weil er eben auf seinem Transporte im Wasser schon gar manche seiner löslichen Salze und verwitterbaren Steintrümmer verloren hat.

III. Die kalkhaltigen Thonsubstanzen oder Mergelarten. Alle hierher gehörigen Erdkrumenarten sind dadurch charakterisirt, daß sie namentlich als Pulver mit erwärmten Säuren (z. B. Salzsäure) in ihrer ganzen Masse gleichmäßig mehr oder weniger stark aufschäumen und sich dabei — wenn man Salz- oder Salpetersäure angewendet hat — bis auf einen mehr oder weniger starken Rückstand von schlammigen Thon auflösen. Durch das gleichmäßig durch die ganze Masse erfolgende Aufschäumen unterscheiden sie sich von den mechanischen Gemengen von Thon und Kalksand, welche stets nur da aufbrausen, wo sich gerade ein Kalkkorn befindet, durch den thonigen Rückstand aber von pulverigen oder erdigen Kalkstein. — Filtrirt man nun die erhaltene Lösung von ihrem Thonrückstande ab und versetzt dann dieselbe so lange mit oxalsaurem Ammoniak, als noch ein Niederschlag erfolgt, so erhält man oxalsauren Kalk. Und filtrirt man diesen auch ab und glüht ihn dann, so wird er wieder in genau soviel kohlensauren Kalk umgewandelt, als zuerst von demselben in dem Mergel vorhanden war. Auf diese Weise kann man also die Bestandtheile eines Mergels ziemlich genau erfahren, wenn man sorgfältig den-

selben zuerst mit soviel Salzsäure versetzt, bis aller vorhandene Kalk aufgelöst worden ist, und dann wieder die erhaltene Lösung so lange mit oxalsaurem Ammoniak mischt, bis ihr sämmtlicher Kalk ausgeschieden ist.

Die Mergelarten sind demnach innige und gleichmäßige Gemische von kohlensaurem Kalk oder auch Dolomit mit Thon oder auch Lehm und sind in ähnlicher Weise, wie dieser letztere, dadurch entstanden, daß wässerige Lösungen von doppeltkohlensauren Kalk durch Thon oder Lehm in der Weise aufgesogen wurden, daß jedes einzelne Massetheilchen dieser letzten beiden Substanzen gleichviel Kalklösung in sich aufnahm und den Kalk derselben dann auch als dessen Lösungswasser verdunstete, so fest mit sich verbunden hielt, daß er durch Schlämmen mit Wasser nicht wieder vom Thon abzuscheiden ist, ein Umstand, durch welchen sich der Mergel ebenfalls von den obenerwähnten, rein mechanischen und darum durch Schlämmen mit Wasser trennbaren, Gemengen von Thon mit Kalkpulver unterscheidet.

Da nun aber in den verschiedenen Mergeln nicht immer gleich viel kohlensaurer Kalk, ja oft statt dieses letzteren Dolomit, d. i. kohlensaure Magnesia-Kalkerde, vorhanden ist; da ferner auch die einen Mergel aus Kalk und gemeinen Thon, die anderen aber aus Kalk und Lehm oder sandigen Thon bestehen und oft auch von humosen und bituminösen Substanzen ganz durchdrungen sind; da endlich je nach dieser Verschiedenheit in ihren Gemengen die physischen Eigenschaften und das Verhalten der Mergel gegen die Pflanzenwelt verschieden sein müssen, so hat man vom Mergel verschiedene Abarten aufgestellt, unter denen die folgenden, zum großen Theile schon im I. Abschnitte §. 22 erwähnten, hier besonders hervorgehoben werden müssen:

1) Mergelthon, ein von 5—10 Proc. Kalk durchdrungener,

nur im pulverisirten Zustande und mit heißer Salzsäure aufbrausender, Thon oder Lehm;

2) Thonmergel, ein von 12—25 Proc. Kalk durchdrungener, mit Säuren nur schwach aufbrausender und einen starken (78—85 Proc.) Thonrückstand lassender, Mergel;

3) Gemeiner Mergel mit 25—50 Proc. Kalk, 50—80 Proc. Thon und nicht selten auch noch mit 5—10 Proc. kohlensaurer Magnesia, mäßig aufbrausend mit Säuren;

4) Kalkmergel mit 50—90 Proc. Kalk und 10—15 Proc. Thon nebst mehr oder weniger Kieselmehl, stark und rasch mit Säuren aufbrausend;

5) Dolomitmergel mit 10—30 Proc. Kalk, 10—40 Proc. Magnesia und 20—50 Proc. Thon; nur als Pulver mit warmer Salzsäure allmählich, aber lange aufbrausend;

6) Lehmmergel mit 15—25 Proc. Kalk, 20—50 Proc. Thon und 25—75 Proc. feinem Sand, welcher sich beim Behandeln mit Salzsäure ausscheidet;

7) Thonkalk, ein Kalkstein mit 10 Proc. Thon untermischt;

8) Gypsmergel, ein von Gyps durchzogener und in Folge der leichten Löslichkeit dieses letzteren sehr veränderlicher Thon.

Das Aussehen dieser verschiedenen Mergelarten ändert mannichfach ab je nach der Größe ihres Kalkgehaltes und je nach der Art ihrer Beimengungen, in Folge deren Mergel mit großem Eisengehalte ockergelb bis braunroth, mit starkem Humus- oder Bitumengehalt dunkelgrau bis grauschwarz, mit starkem Kalkgehalte weiß oder weißgrau aussehen. Bisweilen sehen die Mergel dichten Kalksteinen oder eisenschüssigen Schieferthonen sehr ähnlich: ja es kommt auch vor, daß sie, so lange sie im Untergrunde von thonigem Boden liegen, schwärzlich oder weiß aussehen und dann, wenn sie durch

tiefes Umarbeiten des Bodens mit der Luft in Berührung kommen, ihre Farbe ändern, und nach einander blau, grün, ockergelb und zuletzt braunroth werden. Diese Farbenwandlung wird durch den Eisengehalt der Mergel hervorgebracht. Nicht selten nemlich enthalten Mergel, welche an luftverschlossenen Orten, z. B. im Untergrunde von thonigen Bodenarten oder auch auf der Sohle von Mooren und Sümpfen lagern, kohlensaures Eisenoxydul und sehen dann weiß aus. Sowie aber diese Mergel an die Luft kommen, so saugt ihr Eisen Sauerstoff an und wird dadurch zuerst gelbgrünes und ockergelbes Eisenoxydhydrat und dann später unter dem Einflusse der Sonnenwärme und unter Ausstoßen seines Wassergehaltes zu braunrothem Eisenoxyd.

Wie das äußere Ansehen, so hängen nun auch die übrigen physischen Eigenschaften des Mergels, vor allen die Consistenz oder Bindigkeit seiner Masse und sein Verhalten gegen Wärme, Wasser und Lösungen zunächst von der Größe seines Kalkgehaltes, sodann aber auch von der Art und Menge seiner Beimengungen, namentlich seiner Eisenoxyde und seines Sandes, ab. In dieser Beziehung läßt sich im Allgemeinen über alle diese Eigenschaften und Verhältnisse Folgendes feststellen:

1) In Folge ihres Thongehaltes besitzen alle Mergel eine starke Feuchtigkeitsanziehung, jedoch am stärksten die thonreichen, weit schwächer die kalkerdereicheren, und am schwächsten die kalkreichen und zugleich auch sandhaltigen. Ganz ebenso ist es mit der Wasserhaltungskraft des Mergels, welche sich am stärksten bei den Thonmergeln, am schwächsten bei den Kalkmergeln zeigt.

2) Der Grund von diesem verschiedenen Verhalten gegen das Wasser liegt in der verschiedenen Erwärmungs- und Wärmehaltungskraft der Mergelarten, der zu Folge

a) kalkreiche Mergel sich langsam erwärmen, dann aber auch lange warm erhalten, so daß sie allmählich ganz

austrocknen und zu einer pulverig-krumigen Masse zerfallen, welche sich nur wenig mit Thau beschlägt;

b) thonreiche Mergel sich um so weniger erwärmen, um so kälter erscheinen und überhaupt um so mehr in ihrem Verhalten gegen die Wärme dem thonigen Erdboden nähern, je weniger sie Kalk und Sand enthalten, so daß ihre Masse um so klebriger und consistenter erscheint, je feuchter oder schuttiger ihre Ablagerungsorte sind.

Indessen wird dieses Verhalten der Mergel mannichfach abgeändert durch ihren Gehalt an Sand, Eisenoxyd und Humus:

a) Sandreiche Mergel verhalten sich bei mittlerem Kalkgehalte fast wie sandiger Lehm; sie saugen beträchtlich Wasser auf, verdunsten dasselbe aber zum großen Theile wieder und erhitzen sich während des Tages stark, kühlen sich aber des Nachts wieder ab, so daß sie sich stark bethauen. Enthalten jedoch diese Mergel viel Kalk, so erhitzen sie sich stark, bleiben lange warm und zerfallen zuletzt in staubiges Pulver, zumal, wenn sie an sonnigen Orten lagern.

b) Eisenschüssige, braunrothe Mergel erhitzen sich in Folge ihrer dunkelen Färbung sehr leicht. Sind sie nun kalkreich, dann bleiben sie auch lange warm und trocknen in Folge davon so aus, daß sie in ein loses Haufwerk von Schieferblättchen und Pulver zerfallen; sind sie aber thonreich, dann geben sie beim Austrocknen ein lockeres, zur Schieferung geneigtes, mäßig die Feuchtigkeit haltendes, Erdreich.

c) Mit feinzertheilten Humussubstanzen gleichmäßig untermischte Mergel sind rauchgrau bis graulichschwarz gefärbt und nehmen in Folge davon die Tageswärme stark auf, kühlen sich aber auch des Nachts wieder so ab, daß sie sich stark bethauen. Da nun aber alle

Humussubstanzen unter dem Einflusse von Wärme, Luft und Feuchtigkeit fort und fort Kohlensäure aus sich entwickeln, welche den in den Mergeln vorhandenen Kalk in doppeltkohlensauren Kalk umwandelt, welcher sich in der Bodenfeuchtigkeit auflöst und dann von den Pflanzenwurzeln gierig aufgesogen wird, so bewirken diese Substanzen im Laufe der Zeit, daß aus einem früher kalkreichen Mergel zuletzt ein kalkleerer Thon wird.

3) Sehr bemerkenswerth ist das Verhalten der Mergel gegen Salzlösungen, welche ihnen durch das Wasser zugeführt worden sind. Vermöge seines Thongehaltes vermag der Mergel eben so gut wie der Thon und Lehm Salzlösungen der verschiedensten Art in sich aufzusaugen und anzusammeln. Durch diese in seine Masse eindringenden Salze aber kann er auf verschiedene Weise umgewandelt werden, sobald nemlich dieselben eine Säure besitzen, zu welcher die Kalkerde des Mergels eine stärkere Verbindungsneigung besitzt, als zu der schon mit ihr verbundenen Kohlensäure. Ganz besonders gilt dieses vom schwefelsauren und phosphorsauren Eisenoxydul. Kommen diese beiden Salze in Lösung mit dem kohlensauren Kalke des Mergels in Berührung, so wird aus dem letztgenannten Kalksalze schwefelsaurer Kalk (Gyps) und phosphorsaurer Kalk, während das seiner Säuren beraubte Eisenoxydul sich mit der Kohlensäure des Kalk zu kohlensaurem Eisenoxydul verbindet und sich dann weiter durch Anziehung von Sauerstoff und unter Ausstoßung seiner eben erst erhaltenen Kohlensäure in Eisenoxyd umwandelt. Es ist demnach durch die obengenannten beiden Eisensalze der ursprüngliche Mergel in ein Gemenge von Gyps oder phosphorsaurem Kalk mit Eisenoxyd haltigem Thon umgewandelt worden. Diese Art der Mergelumwandlung kommt überall da vor, wo Mergel Eisen- oder Kupferkiese beigemischt ent-

hält, oder wo Mergel mit Schwefeleisen haltigem Wasserschlamme gedüngt worden ist. — Eine andere Art von Umwandlung erleidet der Mergel dann, wenn er mit stickstoffhaltigen Düngstoffen versorgt wird. Aus diesen Düngstoffen entwickelt sich zwar zunächst kohlensaures Ammoniak, kommt aber dieses mit dem Kalke des Mergels in Berührung, so treibt dieser das Ammoniak an, durch Anziehung von Sauerstoff Salpetersäure zu bilden, mit welcher sich dann der Kalk zu leicht löslichem Kalksalpeter verbindet. Und wie in diesem Falle, so wird überhaupt der Kalkgehalt des Mergels durch alle Humusflüssigkeiten theils in löslichen doppeltkohlensauren Kalk, theils in Kalksalpeter umgewandelt, so daß sich unter dem Einflusse von diesen Humussubstanzen ein Mergel früher oder später in gemeinen Thon umbildet. — Soll daher ein Mergel auch Mergel bleiben, so darf er nicht so stark mit Humussubstanzen, namentlich stickstoffhaltigen, oder mit Salzen versorgt werden, zu deren Säuren sein Kalk eine starke Verbindungsneigung hat, muß er mit Salzen versehen werden, deren Säuren er nicht beansprucht, wie dieses der Fall bei dem einfach kohlensauren Kali oder Natron ist, oder welche ihre Säuren dem Kalke nicht abtreten, wie dies bei dem salpeter- und schwefelsauren Kali und Natron stattfindet.

Soviel über die Eigenschaften des Mergels. Aus ihnen ergibt sich nun auch zugleich seine Anwendung als Verbesserungsmittel von Bodenarten. Nach dem eben Mitgetheilten wird der Mergel einerseits die physischen Eigenschaften einer jeden Bodenart verbessern können, sobald diese letztere die entgegengesetzten Eigenschaften des ihr beigemischten Mergels besitzt, sobald also eine thonreiche Bodenart mit kalkreichem, eine sand- oder kalkreiche aber mit thonreichem Mergel versorgt wird; denn durch seinen Kalk erwärmt er einen thonreichen Boden, bringt dessen überflüssiges Wasser zur Verdunstung und macht ihn locker,

krümlich und luftig, so daß die in ihm vorhandenen Verwesungsstoffe sich leichter zersetzen können, mit seinem Thone aber kühlt er den sandreichen Boden ab, hält dessen Feuchtigkeit zusammen und macht ihn bindiger. Andererseits aber vermehrt der Mergel durch seinen Kalkgehalt auch die Nahrungsmittel, welche ein thoniger oder sandiger Boden den in ihm wurzelnden Pflanzen gewähren kann; denn eben dieser Kalk gibt mit Kohlensäure haltigem Wasser löslichen doppeltkohlensauren, und mit Humussubstanzen leicht löslichen salpetersauren Kalk. — So spielt also der Mergel in Folge seiner eigenthümlichen Zusammensetzung und seinen aus derselben hervorgehenden Eigenschaften eine dreifache Rolle: er verändert die physischen Eigenschaften eines Mineralbodens, er befördert ferner die Zersetzung der in einem Boden liegenden Thier- und Pflanzenstoffe; er vermehrt endlich die Pflanzennahrungsmittel eines Bodens. Soll er nun aber alle diese Geschäfte in einem Boden ausführen, so ist es nicht genug, daß er, wie oben angegeben worden, dem für sein Wirthschaften geeigneten Boden beigemengt wird, sondern er muß auch dem Boden recht gleichmäßig und in gehöriger Menge einverleibt werden.

Wohl ist es daher dem Landwirthe nicht zu verdenken, daß er nach Mergel-Ablagerungen sucht, aber er muß auch die Mergelarten nach ihren Bestandtheilen und Eigenschaften genau kennen lernen, damit er bei der Anwendung derselben keine Fehlgriffe begeht. Aus diesem Grunde sind die Mergelarten im Vorstehenden genauer betrachtet worden, als es der Zweck dieser Arbeit erheischt.

Was nun die Lagerstätten des Mergels betrifft, so sind dieselben schon im I. Abschnitte, §. 22 bei der Beschreibung der Mergelsteine genauer angegeben worden; hier sei daher nur noch erwähnt, daß der Verwitterungsboden des Basaltes auch mergeliger Natur ist und auf einem

lehmigen oder sandigthonigen Boden vortreffliche Dienste leistet, vorausgesetzt daß dieser letztere eine nicht zu nasse Lage besitzt.

b. Der Erdboden.

§. 73. Verhältniß des Felsschuttes und der Erdkrumen zur Erdbodenbildung. — Wie schon im vorigen Abschnitte gezeigt worden ist, so versteht man unter einer Erdkrume die pulverige oder krümelige Substanz, welche bei der vollständigen Verwitterung von kieselsauren Mineralien als letzter, nicht weiter durch die Verwitterungsagentien zersetzbarer, Rest übrig bleibt. Unter allen den krümeligen Substanzen nun, welche bei der Verwitterung von Mineralien entstehen, hat nun nach dem früher schon Mitgetheilten nur die, mit Eisenoxydhydrat gemischte, Thonkrume, also der gemeine Thon, eine Bedeutung für die Erdbodenbildung. Dieser Thon verhält sich zur Erdbodenbildung ganz so, wie ein einfaches krystallinisches Mineral zur Felsartenbildung; denn wie z. B. Quarz in seiner massigen Entwickelung den Quarzfels und im Gemenge mit Feldspath und Glimmer den Granit darstellt; geradeso kam auch die Thonkrume für sich allein in massiger Entwickelung den Thonboden und im Gemenge mit Sand den sandigthonigen Erdboden bilden. Die Erdkrumen sind also die Bildungsmittel des Erdbodens. Zu diesen Bodenbildungsmitteln gehören indessen nicht blos die Erdkrumen, sondern auch alle Felstrümmer, mögen dieselben in der Gestalt von Geröllen, Blöcken oder Sand auftreten, ja selbst die letzten Producte aller Organismen-Verwesung, die sogenannten Humussubstanzen, machen sich, wie wir später noch zeigen werden, als Gemengtheile des Erdbodens bemerklich.

Wenn nun aber auch von allen den ebengenannten Bodenbildungsmitteln jedes für sich allein schon weit ausgebreitete Erdrindemassen darstellt, so ist doch keines derselben ver-

mögend, für sich allein eine solche Erdbodenmasse zu bilden, welche den verschiedenen Gliedern des Pflanzenreiches für die Dauer alles das gewähren konnte, was sie zu ihrer vollkommenen Entwicklung ihres Körpers nothwendig brauchen; vermag auch keins derselben den Einfluß von Wasser, Luft und Wärme so zu regeln, wie es für das Gedeihen der Pflanzenwelt stets zuträglich ist. Es ist daher als eine weise Einrichtung im Haushalte der Natur zu betrachten, daß schon bei der Entstehung der oben genannten Bodenbildungsmittel zunächst immer eine solche Mischung derselben stattfindet, daß das Eine die schädlichen Eigenschaften des Anderen mehr oder weniger abstumpft, sodann auch die Ablagerungsweise der einzelnen dieser Bodensubstanzen von der Art ist, daß Bodengemengtheile von entgegengesetzten Eigenschaften miteinander gemischt erscheinen oder sich in abwechselnder Lagerung befinden.

So, um das eben Gesagte durch ein paar Beispiele zu erläutern, wird man bemerken, daß der aus der Verwitterung der Felsarten entstehende Boden mit sehr wenigen Ausnahmen aus einem Gemische von einer Thonart und noch unzersetzten oder doch nur halbverwitterten Felstrümmern, seien es nun Gerölle, Grus, Sand oder Blättchen, kurz von Mineralresten besteht, welche die an sich kalte, immer nasse und allzu bindige Thonmasse erwärmen, zur Verdunstung treiben und locker machen. Ebenso kann man an dem meisten, von Gewässern abgesetzten, Schlamme bemerken, daß er entweder aus einer innigen Mengung von Thon mit Sand besteht oder, wenn sich auch diese beiden Bodengemengtheile in Folge ihrer verschiedenen Schwere von einander trennen, doch in abwechselnden Lagen von diesen Gemengtheilen auftritt. Endlich wird man finden, daß nur dann ein Gewässer den von ihm fortgeflutheten Stein- und Erdschutt nicht in bunter Mischung, sondern in mehr oder weniger streng von einander geschie-

denen, wagrechten Lagen über einander absetzt, wenn es einerseits die Thonsubstanzen möglichst fein geschlämmt enthält und andererseits an einem Orte lange stehen bleibt, so daß sich die einzelnen Arten seines Schuttes je nach ihrer Schwere vollständig von einander trennen und absetzen können. Aber selbst in diesem Falle wird noch eine Mengung seiner Schuttarten stattfinden; denn wenn sich auch zuerst seine groben Gerölle zu Boden senken, so werden sich doch die später niederfallenden Sand- und Thonschlammmassen noch so lange in die zwischen den Geröllen vorhandenen Lücken einschieben, bis diese ausgefüllt sind und erst dann abgesonderte Lagen über denselben bilden, wenn von ihnen nach Ausfüllung aller Geröllzwischenräume noch Massen übrig bleiben. Also nur in diesem Falle können sich über Geröll- und Sandablagerungen auch reine Thonlagen bilden.

Alles dieses vorausgesetzt wird man nun alle diejenigen Ablagerungsmassen, welche aus Gemengen entweder

von Erdkrumen mit Erdkrumen, oder
von Erdkrumen mit Steinschutt, oder
von Erdkrumen und Steinschutt mit verwesenden Organismenresten

bestehen, Erdboden oder Ackerboden nennen und diesem gemäß nun von demselben unterscheiden

I. den Mineral- oder Rohboden, welcher nur aus mineralischen Substanzen besteht, und
II. den Humus- oder Culturboden, welcher aus einem Gemenge von Rohboden mit verwesenden Organismenresten besteht.

I. Nähere Betrachtung der Arten des Mineral- oder Rohbodens.

§. 74. Die Bestandtheile desselben im Allgemeinen. — In jedem Mineralboden sind seiner Ent-

stehung nach — so lange er nicht durch Wasser ausgelaugt oder ausgeschlämmt worden ist — zweierlei Bestandtheile vorhanden, nemlich:

a) durch Wasser *nicht* lös-, sondern nur schlämm- oder rollbare, welche zwar die *eigentliche Bestandesmasse* eines Bodens bilden, aber doch in Beziehung auf die Bodenzusamensetzung wieder von verschiedenem Werthe sind, indem

1) die Einen das *wesentliche* Bildungsmaterial eines Bodens abgeben oder mit anderen Worten die *Bodenkrume* zusammensetzen, während

2) die Anderen nur als *Beimengung* dieser Krume auftreten und daher auch in seinem Boden fehlen können, ohne daß dadurch das Wesen seiner Krume verändert wird.

Zu den ersteren oder die Bodenkrume bildenden Theilen gehören die verschiedenen Abarten der Thonsubstanz, also gemeiner Thon, Lehm und Mergel; zu den zweiten aber oder den Bodenbeimengungen gehören die verschiedenen Arten des Steinschuttes, als Gerölle, Grus, Kies und Sand.

b) Außer den unlösbaren, die Bestandesmasse eines Bodens bildenden, Mineralsubstanzen kommen aber in jedem Boden noch wechselnde Mengen *von, im reinen oder Kohlensäure haltigen Wasser lösbaren Mineralstoffen* vor, welche theils einem mannigfachen Einfluß auf die Veränderungen der Bodenmasse ausüben, theils auch die Nahrungsmittel bilden, welche der Boden den in seiner Masse wurzelnden Pflanzen spendet. Zu ihnen gehören vorzüglich alle *im Wasser löslichen Bodensalze*, welche theils aus der Zersetzung der in einem Boden noch vorhandenen Mineralreste, theils auch aus der vollständigen Verwesung der auf oder in einem Boden vorhandenen Organismenreste entstehen, theils aber auch vom Wasser dem Boden zugefluthet werden.

Von allen diesen, in einem Erdboden auftretenden, Substanzen ist schon vielfach im Vorigen die Rede gewesen; es ist auch bei der Beschreibung des Geröll- und Sandschuttes (§. 56 und §. 62) gezeigt worden, daß man veränderlichen oder zersetzbaren und unveränderlichen oder nicht weiter zersetzbaren Steinschutt unterscheiden muß und daß nur der letztere einen stabilen Bestandtheil des Bodens bildet, während der zersetzbare durch seine Zersetzungsproducte einerseits die Bestandesmasse eines Bodens mannigfach verändert und andererseits den in einem Boden wurzelnden Pflanzen so lange Nahrungsstoffe liefert, als eben von ihm noch zersetzbare Reste vorhanden sind. Endlich sind auch schon im I. Abschnitte Capitel unter A. a. §. 10 u. ff. alle die Salze beschrieben worden, welche im Wasser eines Bodens gelöst vorkommen können. Alle diese Bodensubstanzen bedürfen daher an dieser Stelle keiner weiteren Beschreibung mehr. Nur über die in einem Boden auftretenden, im Wasser löslichen, Sälze mögen hier noch einige Andeutungen gestattet sein, da von ihnen zum großen Theile die Pflanzenproductions- und Pflanzenernährungskraft eines Bodens abhängt.

Wie schon im §. 9 erwähnt worden ist, so sind die unter den gewöhnlichen Verhältnissen in einem Boden vorkommenden Salze theils Verbindungen des Chlors mit Natrium, Kalium, Ammonium, Calcium oder Magnesium, so vor allen das Chlornatrium oder Kochsalz und das Chlorammonium oder der Salmiak, theils Verbindungen

der Kohlensäure Salpetersäure Phosphorsäure Schwefelsäure	mit	Kali Natron Ammoniak Kalkerde Magnesia	zu	Carbonaten Nitraten Phosphaten Sulfaten.

1) Die *Carbonate* oder *kohlensauren Salze* sind theils schon in reinem Wasser, so das kohlensaure Kali, Natron und Ammoniak, theils erst in Kohlensäure haltigem Wasser

löslich, so die kohlensaure Kalkerde und Magnesia. Versetzt man eine Lösung derselben — z. B. das aus einer Bodenmasse ausgepreßte Wasser — mit Barytwasser, so bilden sie einen Niederschlag von kohlensaurem Baryt, welcher sich dann bei Zusatz von Salzsäure unter Aufschäumen wieder auflöst.

Ihre Bildungsstätte ist unermeßlich; denn sie entstehen in jedem Boden, welcher Reste von kohlensaurem Kalk und Dolomit, von zersetzbaren Silicaten, z. B. von Feldspath, Glimmer, Hornblende und Augit, oder von Gesteinen, welche aus diesen Silicaten gebildet werden, enthält, sobald nur Kohlensäure haltiges Regenwasser auf sie einwirken kann. Außerdem aber erzeugen sich auch ihre einzelnen Arten bei dem Verwesungsprocesse aller Pflanzen; denn die bei der vollständigen Zersetzung jeder Pflanzensubstanz übrig bleibenden, durch kohlige Theile gewöhnlich grau oder schwarzgefärbten, erdigen Substanzen sind zum größten Theile nichts weiter als humussaure Salze der Alkalien und alkalischen Erden, welche sich dann weiter durch Anziehung von Sauerstoff in doppelt kohlensaure Salze umwandeln und nun durch Regenwasser aufgelöst und dem Boden einverleibt werden. Es müßten demnach schon in jedem Boden, welcher eine Decke lebender Pflanzen trägt, diese Carbonate in reichlicher Menge vorkommen. Wenn man nun aber trotzdem diese Salze mit Ausnahme des kohlensauren Kalkes, immer nur in sehr geringen Mengen in dem Wasser eines Bodens findet, so hat dieses seinen Grund

1) in der leichten Löslichkeit und in Folge davon in der leichten Auslaugbarkeit dieser Salze,
2) in der Begierde aller Pflanzen, diese Salze als ihre Hauptnahrungsmittel mit ihren Wurzeln aufzusaugen,
3) in der Eigenschaft aller Thonsubstanzen, diese Salze in sich aufzusaugen und sie in ihrer Masse so fest zu halten,

daß eben nur die Pflanzenwurzeln sie sich aneignen können und endlich

4) in der leichten Umwandlung aller im Wasser löslichen Carbonate durch die salpeter-, schwefel- und phosphorsauren Salze der Schwermetalloxyde, der zu Folge sie, sobald sie mit den ebengenannten Schwermetallsalzen — z. B. mit schwefelsaurem Eisenoxydul oder Eisenvitriol — in Berührung kommen, sich mit den Säuren dieser Salze zu schwefel-, phosphor- oder salpetersauren Salzen verbinden und ihre Kohlensäure ausstoßen oder auch an die beraubten Schwermetalloxyde abgeben. Und ebenso wandeln sie sich unter Ausstoßung ihrer Kohlensäure in salpetersaure Salze um, sobald sie mit Ammoniak oder stickstoffhaltigen Verwesungsmassen in Berührung kommen, wie bei der Beschreibung der Nitrate noch näher gezeigt werden soll.

Unter den in einem Boden auftretenden kohlensauren Salzen erscheinen am bedeutsamsten das kohlensaure Kali oder die Potasche, das kohlensaure Ammoniak und die kohlensaure Kalkerde. Das erste dieser Salze befördert die Zersetzung nicht blos aller in einem Boden vorkommenden Mineralreste, sondern auch die Verwesung aller Organismensubstanzen, das zweite liefert das Material, aus welchem sich Kali, Natron und Kalkerde die Salpetersäure zu ihrer Salpeterbildung schaffen, die kohlensaure Kalkerde aber wandelt die Thonsubstanzen in Mergel um. Alle sind demnach schon für die verschiedenen Umwandlungen, welche in der Masse eines Bodens vorkommen können, von großer Wichtigkeit, aber noch wichtiger werden sie dadurch, daß wohl keine Pflanze dieselben als Nahrungsmittel entbehren kann. Nur müssen sie in diesem Falle doppelt kohlensauer sein; denn — abgesehen davon, daß manche, wie eben der kohlensaure Kalk, als gewöhnliche einfachkohlensaure Salze

im Wasser unlöslich und dadurch unfähig erscheinen, von den Pflanzenwurzeln aufgesogen zu werden, — wirken alle einfach kohlensauren Alkalien und alkalischen Erden ätzend und zerstörend auf die vegetabilischen Substanzen ein, wie man leicht erkennen kann, wenn man zerriebene Kartoffeln oder Sägemehl mit einer Auflösung von Potasche kocht, und verlieren dieses Aetzvermögen nur dann erst, wenn sie noch einen Theil Kohlensäure mit sich verbinden, also doppeltkohlensauer werden.

2) Die Nitrate oder salpetersauren Salze sind unter dem Namen: „Salpeter" allgemein bekannt und alle schon in reinem Wasser leicht löslich. In ihren Lösungen geben sie mit Barytwasser und auch mit Salzsäure keinen Niederschlag, aber wenn man ein etwa erbsengroßes Stückchen grüner Eisenvitriols in dieselben wirft und ein paar Tropfen Schwefelsäure zusetzt, so färben sie den Eisenvitriol um so schneller braun, je mehr in ihnen Salpeter vorhanden ist. Außerdem kann man sie auch bei größerer Menge in einem ausgetrockneten Boden daran erkennen, daß der letztere mit Funkensprühen umherspritzt, sobald man ihn auf glühende Kohlen wirft. Sie kommen indessen selten nur in großer Menge im Boden vor, weil sie zu leicht vom Wasser ausgelaugt werden können und für alle Pflanzen das wichtigste Mittel zur Darstellung ihrer Stickstoffsubstanzen — des Eiweißes, Käsestoffes und Klebers — bilden. Ihre Hauptbildungsstätte befindet sich in jedem Boden, welcher reichlich mit Stickstoff haltigen Organismenresten, so z. B. mit Thiersubstanzen — untermengt erscheint und kohlensaure Alkalien und alkalische Erden, welche den Stickstoff dieser Reste durch Anziehung von Sauerstoff zur Salpetersäurebildung antreiben, enthält. Im Uebrigen vergleiche man hierzu das schon im §. 15 über die Salpeterarten Mitgetheilte.

3) Der Phosphate oder phosphorsauren Salze

können zweierlei in einem Boden vorkommen, nemlich schon in reinem Wasser lösliche und nur in Kohlensäure oder humussaurem Ammoniak lösbare. Zu den ersteren gehören die, nur selten und stets in sehr kleinen Mengen vorkommenden, phosphorsauren Alkalien; zu den nicht in reinem Wasser lösbaren aber sind vor allen die phosphorsauren alkalischen Erden, so namentlich die phosphorsaure Kalkerde, zu rechnen. Indessen sind auch diese letzteren in einem reinen Mineralboden nur wenig und am ersten noch dann zu finden, wenn derselbe Reste von Basalt, Kalkhornblende, Augit, Kaliglimmer, Apatit, bituminösem Kalksteine und Thierversteinerungen in reichlicher Menge besitzt; denn alle diese Substanzen geben bei ihrer Zersetzung etwas phosphorsauren Kalk. Anders freilich ist es mit einem Boden, welcher reichlich mit Knochen, Haaren, Horn, Blut, Urin, Guano, Düngerjauche und anderen thierischen Resten versorgt worden ist, da alle diese Bodenbeimengungen nicht blos phosphorsauren Kalk enthalten, sondern denselben auch durch das, aus ihnen sich entwickelnde, humussaure Ammoniak dem mit ihnen untermischten Boden in gelöster Form übergeben. Trotz dieser reichlichen Quellen kann es nun aber doch vorkommen, daß die in Lösung befindlichen Phosphate aus einem Boden verschwinden, ehe sie noch von den Pflanzen haben aufgenommen werden können. Dieses ist der Fall, wenn ein Boden schon von seiner Entstehung an oder durch Düngung mit Sumpf- oder Teichschlamm Schwefeleisen besitzt. Denn sobald sich dieses durch höhere Oxydation in schwefelsaures Eisenoxydul umgewandelt hat, tauscht es mit den gelösten Phosphaten die Säuren, so daß aus diesen letzteren Sulfate werden, während sich das Eisenoxydul mit ihrer Phosphorsäure zu unlöslichem Eisenphosphat verbindet.

Ein Boden, welcher reichlich mit phosphorsaurem Kalk versorgt ist, vermag hauptsächlich üppiges Getreide und Hül-

senfrüchtler oder Schmetterlingsblüthler zu produciren. Wo daher diese letzteren in größter Mannichfaltigkeit und Fülle auftreten, da kann man schon das Vorhandensein von phosphorsauren Kalk vermuthen. Noch sicherer aber erfährt man dieses Vorhandensein von gelösten Phosphaten in einem Boden, wenn man den letzteren mit Wasser auslaugt und ein Pröbchen der so erhaltenen Lösung mit Silberlösung versetzt. Ein jetzt erfolgender gelber oder gelblichweißer Niederschlag zeigt Phosphorsäure an. Ebenso muß beim Vorhandensein von Phosphaten mit Barytwasser in der Bodenflüssigkeit ein weißer, durch Salzsäure ohne Aufschäumen wieder löslicher, Niederschlag entstehen. Ist freilich die Menge der Phosphate nur eine sehr geringe, dann versagen gewöhnlich die ebengenannten Reagentien mehr oder weniger ihre Dienste. In diesem Falle muß man die Bodenlösung mit ein paar Krümchen molybdänsauren Ammoniaks versetzen; wird alsdann die Lösung schön gelb, dann deutet dieses auf Phosphate hin.

4) Die Sulfate oder schwefelsauren Salze sind schon im §. 14 nach ihren Eigenschaften, ihrer Bildungsweise und ihrem Verhalten zur Pflanzenwelt so ausführlich beschrieben worden, daß sie hier nur noch einmal übersichtlich erwähnt zu werden brauchen. Nach eben diesem §. entstehen alle die hierher gehörigen Salze entweder aus der Oxydation von Schwefelmetallen, so namentlich das schwefelsaure Eisenoxydul und die durch die Verwesungsjauche von Organismenresten in den Boden gelangenden schwefelsauren Alkalien, oder sie werden durch die Einwirkung von schwefelsauren Schwermetalloxyden auf kohlen-, salpeter-, phosphor- und kieselsaure Alkalien und alkalische Erden erzeugt, oder sie gelangen fix und fertig durch die Aschenbestandtheile sich zersetzender Pflanzentheile in den Boden. In ihrem Verhalten zum Wasser zeigen sie sich von dreifacher Weise: die meisten sind in demselben leicht lösbar, so die Sulfate des Kali, Na-

trons, Ammoniaks, der Magnesia, der Kali-Thonerde (Alaun) und des Eisenoxydules, dagegen löst sich der schwefelsaure Kalk oder Gyps nur in sehr vielem Wasser, und die Sulfate der Baryt- und Strontianerde, sowie des Bleioxydes erscheinen unter den gewöhnlichen Verhältnissen gar nicht löslich. Alle lösbaren Sulfate sind von großer Wichtigkeit für das Pflanzenleben, denn sie sind die Hauptsubstanzen, welche den Pflanzen den zur Darstellung ihres Eiweißes, Klebers und Käsestoffes nöthigen Schwefel liefern, aber sie können auch schädlich auf den Pflanzenkörper einwirken, sobald in ihnen die Schwefelsäure mit ihren Eigenschaften vorherrscht — sobald sie also blaues Lakmuspapier röthen — wie dieses namentlich bei dem zweifachschwefelsauren Eisenoxydul (d. i. dem Eisenvitriole) der Fall ist; denn dann zerätzen sie mit ihrer Schwefelsäure die Zellenmasse des Pflanzenkörpers. — In ihren Lösungen kann man sie leicht daran erkennen, daß sie mit Barytwasser einen weißen Niederschlag geben, welcher sich in Salzsäure nicht wieder auflöst.

Außer diesen eben beschriebenen Salzen kommen in dem Verwitterungsboden der, aus kieselsauren Mineralarten bestehenden, Felsarten und in dem, reichlich mit zersetzbaren Silicattrümmern untermengten, Schlämmboden, in Kohlensäure haltigem Wasser lösbare kieselsaure Alkalien vor, welche dadurch entstehen, daß eben Kohlensäure haltiges Wasser aus Alkalien haltigen Silicaten — z. B. aus Feldspath oder Glimmer — die in ihnen vorhandenen kieselsauren Alkalien unzersetzt auflöst und dann auslaugt. Man bemerkt sie indessen immer nur in kleinen Mengen, weil sie theils sich durch den Einfluß ihres kohlensauren Lösungswasser in kohlensaure Alkalien und freie lösliche Kieselsäure zersetzen, theils durch alle Thonsubstanzen angesogen und festgehalten werden, theils eine Hauptnahrung bilden für eine große Schaar von Pflanzen, so für alle Nadelhölzer, Eichen, Eschen, Ulmen, Birken,

Aspen, vor allen aber für alle Gras- und Getreidearten, welche mit Hülfe derselben die Zellenmembran ihrer Stengel und Blätter fest und hart machen. Am ersten zeigen sie sich noch in dem Quellwasser, welches aus Gneiß-, Glimmerschiefer-, Granit- und Porphyrbergen hervorsprudelt, und in dem Boden der Buchtenthälern zwischen diesen Bergen, woher es auch kommt, daß man in diesen Landesgebieten so üppig schöne Grasmatten und so prächtige Eichen und Eschen findet. — Will man übrigens ihr Vorhandensein in einem Boden ausfindig machen, so muß man den letzteren tüchtig mit warmen Wasser auslaugen, diese letztere dann von der Bodenmasse abfiltriren, eindampfen und endlich mit Salzsäure versetzen. Bei dem Vorhandensein von kieselsauren Alkalien kommt alsdann eine weiße, schleimige oder gallertartige Trübung oder bei größerer Menge von diesen Salzen sogar ein Niederschlag in dem Wasser zum Vorschein.

Soviel über die in einem Boden vorhandenen, theils in reinem, theils in kohlensaurem Wasser, löslichen Salze. Sie alle sind für die Pflanzenwelt von der größten Wichtigkeit; denn einerseits liefern sie den Pflanzen mit ihren Säuren die Nahrungsmittel in einer Form, in welcher dieselben die zarten Zellenmembran des Pflanzenkörpers nicht anätzen können, wie dieses leicht geschehen könnte, wenn Kohlen-, Salpeter-, Phosphor- und Schwefelsäure im freien Zustande von den Pflanzen in ihren Körper aufgenommen würden andererseits sind sie die Hauptsubstanzen, durch welche die Pflanzen ihren Bedarf von Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor zur Darstellung ihres Stärkemehles, Eiweißes, Klebers (Fibrins) und Käsestoffes (Caseïns oder Legumins), kurz aller Substanzen ihres Körpers empfängt, und endlich liefern diese Salze in ihren Basen, sei es Kali, Natron oder Kalkerde, die Mittel, welche die in einer Pflanze sich ent-

wickelnden organischen Säuren neutralisiren und mit sich zu unlöslichen Salzen verbinden, welche sich dann an die zarten Wände der Zellenmassen im Pflanzenkörper absetzen und diese dadurch verdicken und fest und haltbar machen. Folgende Uebersicht wird diese Bedeutung der im Wasser des Bodens vorkommenden Salze veranschaulichen:

Diese Salze, welche hauptsächlich aus der Zersetzung von Mineral- und Pflanzenresten entstehen, sind Verbindungen namentlich der Alkalien (Kali, Natron und Kalkerde) mit

Kohlensäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure.

Diese Säuren liefern den Pflanzen

Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel,

aus denen die Pflanze mit Hülfe des Wassers darstellt:

Zellsubstanz, Eiweiß, Fibrin, Caseïn.

aber auch organische Säuren (Gerb-, Oxal-, Wein- u. s. w. Säure), mit welchen sich nun wieder die, aus den aufgenommenen Salzen frei gewordenen alkalischen Basen verbinden zu

organischsauren Salzen,

mittelst deren die Pflanze ihre Zellgewebe fest und haltbar macht.

Schon aus den eben angegebenen Ursachen ergibt es sich nun, daß die in einem Boden vorkommenden, löslichen Salze ihrer Menge und Art nach sehr veränderlich sein müssen. In der That ist ihre Menge abhängig:

1) von der Jahreszeit. Im Herbste und Winter ruht die Pflanzenwelt und entnimmt dem Boden nur sehr wenig oder auch gar nichts, aber gerade in dieser Zeit übergibt dieselbe durch Absterben und Verwesen ihrer Körperreste nicht nur reichlich Säuren (Humussäuren), durch welche die Mineralreste des Bodens zersetzt und zur Production von löslichen Salzen genöthigt werden, son-

dern selbst auch lösliche Salze, indem sich ihre organisch-sauren Salze bei dem Verwesungsproceß in kohlen- und salpetersaure Salze umwandeln. Demgemäß wird der Boden im Frühjahre der wieder erwachenden Pflanzenwelt ein volleres Nahrungsmagazin darreichen, als im Sommer;

2) von der Bodentiefe. Die oberen Lagen eines Bodens, in denen sich die immer durstigen Pflanzenwurzeln ausbreiten, werden stets weniger lösliche Salze enthalten, als die unteren, wurzelfreien, schon deshalb, weil alle Salzlösungen in Folge ihrer größeren Schwere sich nach der Tiefe senken. Ueberhaupt aber sind die tieferen Lagen des Bodens das Salzmagazin, aus welchem die Salzmengen ersetzt werden, welche in den oberen Lagen durch die Pflanzen verloren gehen;

3) von der Witterung, indem viele und starke Regengüsse die leicht löslichen Bodensalze theils in die tieferen Lagen eines Bodens, theils auch ganz aus dem Boden wegfluthen, was zumal der Fall ist, wenn der Boden eine geneigte Lage oder eine zerklüftete, durchlässige Sohle hat. Außerdem rauben bei anhaltendem Regen die ein Bodengebiet überfluthenden Fließwasser demselben viel Salze; sie führen freilich demselben auch Salze und Material zu neuer Salzbildung zu;

4) von der Menge der in einem Boden vorhandenen, zersetzbaren Mineralreste, und

5) von der Mannichfaltigkeit und Ueppigkeit der auf einem Boden vorhandenen Pflanzendecke.

§. 75. **Eintheilung und Beschreibung der wichtigeren Bodenarten.** — Nach den im vorigen §. mitgetheilten Angaben erscheint jeder Mineralboden als ein deutliches oder undeutliches Gemenge von irgend einer Thonsubstanz mit einem größeren oder kleineren Quantum veränderlicher und

unveränderlicher Mineraltrümmer, hauptsächlich von Sand. Hiernach kann man nun je nach dem in seinem Gemenge am meisten hervortretenden Bestandtheile folgende Arten desselben unterscheiden:

1) Sandreiche Bodenarten, welche wenigstens 80 Procent Sand von verschiedenen Mineralien, aber nicht von kohlensaurem Kalk, und höchstens 20 Procent abschlämmbarer Thonsubstanz enthalten.

2) Thonreiche Bodenarten mit wenigstens 60 Procent gemeinen Thones und höchstens 40 Procent fühl- und abschlämmbaren Sandes. Von ihnen sind aber weiter wohl zu unterscheiden:

α) Kalkloser Thonboden, welcher nicht mit Säuren braust;

β) Kalkhaltiger Thonboden, welcher mit einer größeren oder kleineren Menge abschlämmbaren Kalksandes untermengt ist und darum mit Säuren mehr oder weniger, aber stets ungleichmäßig, aufbraust.

3) Lehmreiche Bodenarten mit 35 bis 60 Procent abschlämmbaren Sandes und 40 bis 65 Procent eigentlicher Lehmmasse. Indessen ist auch bei ihm wieder zu unterscheiden:

α) Kalkloser Lehmboden,

β) Kalksandhaltiger Lehmboden.

4) Kalkreiche Bodenarten mit höchstens 75 Proc. gemeinen Thones und wenigstens 15 Proc. theils abschlämmbaren theils nur durch Salzsäure lostrennbaren kohlensauren Kalkes. Je nach der Beimischungsart seines Kalkgehaltes erscheint derselbe nun weiter

α) als Kalkthonboden, welcher mit Säuren ungleichmäßig aufbraust und ein mechanisches Gemenge von viel Kalksand und wenig Thon ist,

β) als Mergelboden, dessen Hauptmasse Mergel ist,

welche oft noch mit mehr oder weniger viel Kalksand untermengt erscheint.

§. 76. Betrachtung der sandreichen Bodenarten. — Wie eben erklärt worden ist, so versteht man unter einem sandreichen Boden einen solchen, welcher wenigstens 80 Procent Sandkörner und höchstens 20 Procent abschlämmbarer Thonsubstanz besitzt. Für ihn ist also die große Menge seines Sandes bezeichnend; dieser ist darum ganz besonders ins Auge zu fassen.

Der Sand besteht, wie schon im §. 64. u. f. gezeigt worden ist, aus pulver- bis erbsengroßen Körnern verschiedener Mineralarten. Je nach der Art der ihn bildenden Mineralarten erscheint er demnach bald veränderlich, bald unveränderlich. Veränderlich d. h. zersetzbar in Erdkrume und lösliche Salze sind alle diejenigen seiner Körner, welche aus zusammengesetzten kieselsauren Mineralien, so namentlich aus Feldspath, Glimmer, Hornblende, Augit oder kleinen Trümmern solcher Felsarten bestehen, welche eins oder mehrere der eben genannten Mineralien enthalten. Zu dieser veränderlichen Art von Sandkörnern gehört demnach der bei weitem meiste Verwitterungssand der gemengten krystallinischen Felsarten. — Unveränderlich dagegen ist aller Sand, welcher aus Mineralkörnern besteht, die unter den gewöhnlichen Verhältnissen nicht weiter zersetzbar sind, wie dieses namentlich bei den Quarzkörnern der Fall ist, welche wohl durch unaufhörliches Hin- und Herreiben zwischen den Geröllen eines Gewässers mechanisch zu Mehl zerkleinert, aber in ihrer Masse nicht weiter zersetzt werden können. — Dieses vorausgesetzt wird man nun auch zugeben, daß ein Sandboden, welcher vorherrschend aus verwitterbaren Sandkörnern besteht, im Zeitverlaufe immer ärmer an Sandkörnern werden, seinen Charakter als Sandboden verlieren und zuletzt zu einem vorherrschend thonigen oder lehmigen Boden werden muß. Dieses

ist z. B. der Fall bei allen, durch Verwitterung der gemengten krystallinischen Felsarten entstandenen Bodenarten, unter denen nur diejenigen, welche Quarzkörner in ihrem Gemenge besitzen, wie z. B. der Granit, Gneiß, Glimmerschiefer und Felsitporphyr, in ihrem Verwitterungsboden noch Sandkörner und zwar unveränderliche, zeigen. Aber ebenso wird man zugeben müssen, daß aller eigentliche Sandboden vorherrschend aus Quarzkörnern bestehen muß und außerdem nur noch Reste von schwer verwitterbaren Mineralien, z. B. von Orthoklasfeldspath und Kaliglimmer, enthalten kann. Und wenn er nun aber doch noch eine größere Menge (10—30 Proc.) zersetzbarer Mineralkörner enthält, wie dieses z. B. nicht selten bei dem Sande des norddeutschen Tieflandes der Fall ist, so muß irgend ein Mittel in dem Sandgehäufe vorhanden sein, welches die Zersetzung dieser Körner verhindert. In der That geschieht dieses bei dem Sande des deutschen Tieflandes durch die Eisenockerrinde, welche jedes Sandkorn so umhüllt, daß von Außen her kein Verwitterungsagens zu dem eingeschlossenen Sandkorne gelangen kann.

Außer seinem Sandgehalte ist bei dem eigentlichen Sandboden, die Art und Menge seiner Erdkrume ins Auge zu fassen. Diese kann nur aus solchen Erdsubstanzen bestehen, welche sich schlämmen und hierdurch mit dem Sande innig mengen lassen. Zu ihnen gehören außer dem gemeinen Thone vorzüglich Lehm, Eisenocker, Mergel und feinzertheilte Humus- oder auch Torfsubstanz. Je nachdem nun die eine oder die andere dieser Substanzen in dem Gemenge eines Sandbodens vorherrscht, unterscheidet man thonigen, lehmigen, mergeligen, eisenschüssigen und kohligen oder humosen Sandboden.

Nachdem wir die Gemengtheile des sandreichen Bodens

kennen gelernt haben, müssen wir auch noch seine Eigenschaften und Ablagerungsorte untersuchen.

Was nun zunächst die Eigenschaften des sandreichen Bodens betrifft, so stimmen dieselben im Allgemeinen mit denen überein, welche wir schon im §. 64. bei der Beschreibung der Eigenschaften des Sandes kennen gelernt haben. Der sandreiche Boden ist hiernach im ausgetrockneten Zustande um so bindungsloser, je ärmer er an wahrer Erdkrume ist; die geringe Menge seiner Erdkrumentheile wird durch die tägliche starke Erhitzung seiner Sandkörner allmählich so staubig, daß etwas heftige Windströmungen sie dem Boden entführt, wodurch dieser zuletzt zu einem fast reinem Sandgehäufe wird. Wird er nun auch einmal vom Regen durchnäßt, so hält doch diese Durchnässung um so weniger an, je ärmer an Erdkrume und je reicher an groben Quarzsandkörnern er ist. Am längsten halten noch diejenigen Sandbodenmassen sich feucht, welche entweder eine thon- oder lehmreiche, oder auch eine torfige Unterlage, — welche alles Wasser, was der über ihr befindliche Sandboden zur Tiefe sinken läßt, haushälterisch in sich ansammelt und dann allmählich wieder an ihre sandige Decke abgibt —, oder an ihren einzelnen Sandkörnern eine eisenockerige, thonige oder auch kohlige Rinde haben, welche die angesogene Feuchtigkeit festhält. Ein Glück ist es noch, daß gerade der am stärksten verdunstende, quarzreiche Sandboden sich des Nachts am stärksten abkühlt und in Folge davon am stärksten bethauet. Leider aber wird diese an sich gute und für die auf dem Sandboden wachsende Pflanzenwelt sehr zuträgliche Eigenschaft dadurch wieder getrübt, daß eben in Folge seiner starken Abkühlung und Bethauung auf keinem anderen Boden die auf ihm wohnenden Pflanzen nach kalten und auf heißen Frühlingstagen folgenden Nächten so leicht erfrieren wie auf ihm. — Nach allem diesen wird daher der sandreiche Boden

der Pflanzenwelt nur dann eine irgend behagliche Wohnstätte darbieten, wenn er

1) eine Lage hat, in welcher er nicht allzusehr durch die Tageshitze durchglüht werden kann, sei es nun, daß er an der Nordseite von Bergen lagert, sei es, daß er von fortwährend Wasser an ihn abgebenden Gewässern durchzogen wird, sei es auch, daß er von einzelnen Bäumen in der Weise beschattet wird, daß die Morgensonnenstrahlen nicht so grell auf ihn einwirken und seine während kalter Nächte erstarrten Pflanzen nicht zu rasch berühren und aufthauen können;
2) in seinem Untergrunde eine Masse besitzt, welche das von ihm durchgelassene Wasser festhält, so daß sie ihn in der Zeit des Austrocknens immer mit Feuchtigkeit versorgen kann, mag nun diese Unterlage fester Fels; Thon, Lehm oder Torf sein. Liegt freilich diese Unterlage zu nahe der Oberfläche, so kann sie auch bewirken, zumal wenn die ganze Bodenablagerung eine beckenförmige Lage hat, daß der an sich so sehr zur Austrocknung geneigte Sandboden ein Wasser- oder Sumpfpfuhl und in Folge davon zur Heimath der Torf bildenden Wassermoose und Moorhaiden wird.

Soviel über die Eigenschaften des sandreichen Bodens Es bleibt noch übrig, auch Einiges über dessen Bildung, Veränderung und Ablagerungsorte mitzutheilen.

Wie schon bei der Beschreibung des Steinschuttes angedeutet worden ist, so kann zunächst jedes krystallinische Gestein, welches Quarzkörner und schwer verwitterbare Silicate enthält, wenigstens beim Beginne seiner Verwitterung einen sandreichen, freilich veränderlichen, Boden bilden, sodann aber auch jeder Sandstein, welcher nur wenig Bindemittel besitzt, durch den Einfluß des Regenwassers zu einem sandreichen Boden zerfallen. Im Verlaufe der Zeit werden indessen diese

Verwitterungssandböden unter dem Einflusse der Verwitterungsagentien und des Wassers mannichfach verändert. Der aus den krystallinischen Gesteinen entstehende Boden verliert immer mehr von seinem Sande und wird zuletzt zu einem, oft nur noch wenig Sand haltigen, thonigen oder lehmigen Boden, und mit dem aus Sandsteinen entstehenden ist es ebenso, sobald die Sandsteine neben ihren Quarzkörnern viel Feldspathreste enthalten, wie es namentlich bei den Sandsteinen der Grauwacke-, Zechstein- und Buntsandsteinformation nicht selten der Fall ist. Indessen können aus den Verwitterungssandboden-Arten doch auch eigentliche dauernd sandreiche Bodenarten entstehen, wenn dieselben durch Wasserfluthen ihrer abschlämmbaren Krumentheile beraubt werden. Wenn Regenströme den Verwitterungsboden durchweichen, dann führen sie seine Krumentheile bergab den Buchten und Thälern zu und setzen sie in den letzteren ab, während sie Gerölle und Sand an den Berggehängen liegen lassen, woher es auch kommt, daß sich oft in den Buchtenthälern die fettesten Lehmlager befinden, während an den anliegenden Bergen Gehäufe von magerem Sand und Grus liegen. Wenn ferner Ströme ihre Uferländereien überfluthen und dann sich mit Schnelligkeit wieder in ihre Betten zurückziehen, so nehmen sie oft die Erdkrumentheile in solcher Menge mit sich fort, daß aus dem ehemals sandigen Thonboden dieser Ländereien ein thoniger Sandboden wird. Noch schlimmer wirthschaftet die Meereswoge; sie überfluthet den Strand und raubt seinem Boden bei ihrem Rückzuge die Krumentheile; dann kehrt sie wieder und bewirft den Strand mit gewaltigen Sandmengen, welche weiter der geschäftige Seewind landeinwärts treibt und über den fruchtbarsten Ländereien ausbreitet, so daß diese zu öden Sandsteppen werden.

Nach allem eben Mitgetheilten nun finden sich die sandreichen Bodenarten hauptsächlich in den Tiefländern da, wo

die Wogen und Winde des Meeres ihre Sandauswürfe ausbreiten können, sodann aber auch in den Gebieten der bindemittelarmen Sandsteine vorzüglich da, wo Wasserströmungen die erdigen Theile derselben leicht fortschlämmen können.

§. 77. Die thonreichen Bodenarten sind Gemenge von wenigstens 60 Procent gemeinen Thones und höchstens 40 Procent Sandes verschiedener Mineralien, enthalten aber außerdem 2—7 Proc., nur durch Kali- oder Natronlauge ausziehbaren, Kieselmehles und 4—5 Proc. fein beigemischten, ockergelben oder braunrothen Eisenoxydes und erscheinen durch dieses letztere graulich-ockergelb oder braunroth gefärbt. Sie nähern sich in ihren Eigenschaften um so mehr dem gemeinen Thon (§. 72.), je mehr ihre sandigen Beimengungen in seiner Masse zurücktreten. Je nach diesen letzteren werden nun folgende Abarten unterschieden:

1) Gemeiner oder strenger Thonboden: Ein zäher, den ihn bearbeitenden Geräthschaften anklebender und beim Umpflügen große, an der Schnittfläche glänzende und dann umknickende Schollen (daher sein Namen: Knick oder Schlick) bildender, Boden, welcher höchstens 35 Proc. feinen, nur beim Umrühren mit warmem Wasser sich ausscheidenden, Sandes enthält und darum in seinen Eigenschaften dem gemeinen Thone am nächsten steht. Unter allen mineralischen Bodenarten hält er das Wasser am festesten und eben darum ist er auch am meisten zur Sumpfbildung geneigt, zumal wenn er einen beckenförmigen Ablagerungsort oder einen felsigen, undurchlässigen Untergrund besitzt. Ist er durch Wasseranschlämmungen entstanden, dann hat sich auch sein feiner Sandgehalt so aus seiner Masse abgeschieden, daß er aus einer oberen, nur aus reinem Thon bestehenden, und aus einer unteren, nur aus feinem Sande gebildeten, Lage zusammengesetzt ist. Ganz besonders tritt diese Scheidung da

hervor, wo er an Flußufern oder am Meeresstrande (z. B. in den Marschen) lagert. Seine Hauptablagerungsorte befinden sich vorzüglich in den von Flüssen durchzogenen Auen und Thälern und am flachen, durch wässerige Niederschläge gebildeten, Meeresgestade; außerdem auch an den sanften Gehängen der, aus bindemittelreichen Thonsandsteinen bestehenden, flachwellenförmigen Hügelgebiete der meisten, aus Sandsteinen und Schieferthonen bestehenden, älteren und jüngeren Erdrindebildungen; seltener dagegen in den Becken und Muldenthälern der feldspathreichen krystallinischen Felsarten.

2) Sandiger oder milder Thonboden, welcher 40—50 Proc. feineren und gröberen, schon beim Reiben mit der Hand fühlbaren und schon durch kaltes Wasser abschlämmbaren Sandes enthält und sich in seinen Eigenschaften dem Lehme um so mehr nähert, je gleichmäßiger sein Sand dem Thone beigemischt ist. Er ist nie so naß, kalt und klebrig wie der gemeine Thon, besitzt im mäßig feuchten Zustande eine krümliche, leicht zu bearbeitende, Masse und wird beim Austrocknen nur dann hart und rissig, wenn sein Gemenge ungleichmäßig ist. In seinem Sandgehalte machen sich sehr häufig noch zahlreiche Reste von zersetzbaren Mineralien, z. B. von Feldspath, Glimmer und Hornblende, bemerklich, welche ihn bei ihrer Zersetzung unaufhörlich mit löslichen kohlen-, kiesel- und phosphorsauren Alkalien versorgen. — Seine Hauptablagerungsorte befinden sich theils auf den Plateau's, an den sanften Gehängen und in den Thalmulden quarzreicher Granite, Porphyre, Gneiße, Glimmer- und Thonschiefer, theils in dem Gebiete der flachwellenförmigen und von Flüssen durchzogenen Thalgebiete der älteren Sandsteinformationen, namentlich des Buntsandsteines.

3) Eisenschüssiger Thonboden, ein von ockergelbem oder braunrothem Eisenoxyd ganz durch-

drungener und darum intensiv ockergelber oder braunrother Thon, welcher in der Regel mit kleineren oder größeren Mineralresten, so namentlich von Glimmer, Hornblende, Kieselschiefer und Melaphyr, ungleichmäßig untermengt ist. In Folge seiner dunkeln Farbe erhitzt er sich an schattenlosen Lagen so stark, daß er zuerst in ein loses, dürres Haufwerk von eckigen Stückchen und Blättchen und dann in ein pulverförmiges, fast bindungsloses Erdreich zerfällt; in schattigen, nicht allzu nassen Lagen dagegen bildet er eine mulmige, krümelige, warme und mäßig feuchte Bodenmasse welche durch ihre noch zersetzbaren Mineralreste selbst ungenügsamen Pflanzen einen behaglichen Wohnsitz gewährt; in nassen Lagen aber zeigt er sich schmierig, schlammig und zu Versumpfungen geneigt. — Seine Hauptablagerungsorte befinden sich vorzüglich an den unteren Gehängen und in den Thälern der Eisenglimmerschiefer- und Melaphyrberge, sowie der Conglomerate, Sandsteine und Schieferthone des Rothliegenden und des unteren Buntsandsteines.

4) Kalkiger Thonboden. Derselbe zeigt sich je nach der Beimischungsart seines Kalkgehaltes sowohl in seinen Eigenschaften wie in seinem Verhalten zur Pflanzenwelt von doppelter Art, so daß man von ihm zweierlei Varietäten unterscheiden muß:

a) Die eine Abart dieses Bodens, welchen man kalkhaltigen Thonboden nennt, ist ein ungleichmäßiges, oberflächliches Gemenge von gemeinem Thon mit 6 bis 10 und mehr Procent größerer und kleinerer Stückchen und Körner von Kalkstein, welche man schon durch Wasser von der sie umgebenden Thonmasse abschlämmen kann. Befeuchtet man diese Bodenart mit Salzsäure, so braust sie ungleichmäßig und immer nur da auf, wo gerade ein Kalkstückchen liegt, wodurch sie sich von der nächstfolgenden Art unterscheidet. In ihren übrigen Eigenschaften

nähert sie sich dem gemeinen Thonboden um so mehr, je weniger sie Kalk enthält. Demgemäß erscheint sie beim Austrocknen hart, berstend und Knollen bildend, im ganz durchnäßten Zustande aber schmierig und zur Schlammbildung geneigt; aber in einer schattigen, nicht zu nassen Lage bildet sie ein krümliches, sehr fruchtbares Erdreich, welches den auf ihr wachsenden Pflanzen reichlich doppeltkohlensauren Kalk bietet. Wenn unter dem Einflusse von Verwesungssubstanzen die Kalkreste dieser Bodenart allmählich sämmtlich in doppeltkohlensauren Kalk umgewandelt und dann von der Thonmasse des Bodens gleichmäßig aufgesogen werden, dann wird sie mergelig, wie man an allen ihren Lagerorten, welche sich vorzüglich im Gebiete der Muschelkalk-, Jura- und Kreideformation befinden, bemerken kann. Durch diese innige und gleichmäßige Mischung des Thones mit (4—10 Proc.) kohlensaurem Kalk wird aber der kalkhaltige Thonboden

b) zum mergeligen Thonboden, eine der fruchtbarsten Bodenarten, welche mit erwärmter Salzsäure befeuchtet zwar schwach, aber ganz gleichmäßig aufbraust, immer feucht, aber nicht naß erscheint und nur in ganz durchnäßtem oder ganz ausgetrocknetem Zustande noch ihre Thonnatur erkennen läßt, indem sie im ersten Zustande schlammig, im letzten aber hart, knollig und rissig wird. Dieser Boden, welcher eine Uebergangsstufe vom kalkigen Thonboden zum eigentlichen Mergelboden bildet, findet sich vorzüglich mit dem erstbetrachteten Boden zusammen oder auch für sich allein an den unteren Gehängen und in den Thälern der von thonigen Zwischenlagen durchzogenen Kalkberge.

§. 78. Die lehmigen Bodenarten. — Vorherrschend ockergelbe oder lederbraune, stets krümliche, Bodenarten, in welchen Lehm mit 35 bis 60 Procent gröberen und feineren, schon durch das Gefühl bemerkbaren und durch einfache Schlämmung abscheidbaren, Sandes verschiedener Mi-

neralien gleichmäßig untermengt erscheint. Je nach der Menge und Art des in ihnen vorhandenen Sandes unterscheidet man von ihnen sandigen Lehm, welcher 20 bis 30 Procent abschlämmbaren Sandes enthält, kalkigen Lehm, welcher neben seinem Quarzsand auch mehr oder weniger, abschlämmbare Kalkkörner enthält und darum stellenweise mit Salzsäure aufbraust, — und mergeligen Lehm, dessen Masse neben ihrem Kieselmehlgehalt auch 4 bis 10 Procent innig und gleichmäßig beigemischten Kalkpulvers enthält, mit Salzsäure gleichmäßig in ihrer ganzen Masse aufbraust und als eine Mischung von Lehm mit Mergel zu betrachten ist. — Außerdem aber hat man bei den lehmigen Bodenarten noch nach der Art ihrer Entstehung und ihrer Ablagerungsorte zu unterscheiden: Verwitterungs- und Schlämmlehmboden. Der Erstere, welcher sich vorzüglich an den sanfteren Gehängen und in den Buchtenthälern der aus Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Syenit und Porphyren bestehenden Gebirge oder auch in den Wellenthälern der mit lehmigen Bindemittel versehenen Sandsteinberge befindet, enthält in der Regel außer seinen Quarzkörnern noch eine größere Menge von Resten seiner ebengenannten Muttergesteine und ist in Folge davon ein ergiebiges Magazin für die Bildung von löslichen Salzen der Alkalien, ja die Hauptvorrathskammer des löslichen kieselsauren Kalis und ebendeshalb auch der fruchtbarste Standort für alle möglichen Holzgewächse und Kräuter, vor allen der besten Wiesengräser. — Der Schlämmlehmboden dagegen, welcher durch Wasserfluthen zusammengeschwemmt und dann überall da abgesetzt worden ist, wo diese Fluthen längere Zeit stehen blieben, bildet mächtige Ablagerungen, welche aber sehr gewöhnlich nicht ihrer ganzen Masse gleichen Bestand haben, sondern abwechselnd aus fetteren und mageren, sandreicheren und sandärmeren, Lagen bestehen und in Folge ihres Trans-

portes auch viele ihrer veränderlichen Mineralreste verloren haben, so daß diese Schlämmlehmlager trotz ihrer oft bedeutenden Mächtigkeit bei weitem nicht so fruchtbar sind, als die oft weit weniger mächtigen Verwitterungslehm-Ablagerungen.

Alles dieses vorausgesetzt erscheint der lehmige Boden, so lange sein Gehalt an eigentlicher Lehmsubstanz nicht unter 25 Procent herabsinkt, als eine der fruchtbarsten Bodenarten. Immer feucht und mäßig warm und immer locker und mürbe gestattet er der Luft stets Zutritt in das Innere seiner Masse, so daß sich sowohl die in dieser letzteren vorhandenen Mineraltrümmer, wie auch die ihm beigemengten Organismenreste leicht zersetzen und Pflanzennahrstoffe entwickeln können. Erhöht wird noch diese Fruchtbarkeit, wenn er einige Procente kohlensauren Kalkes und 6 bis 10 Procente Humussubstanzen enthält, wenn aber sein Lehmgehalt unter 25 Procent herabsinkt und der ihm mechanisch beigemengte Sandgehalt stark zunimmt, dann verdunstet er namentlich in luftiger, sonniger Lage zu stark und wird in Folge davon in seinem ganzen Verhalten einem lehmigen Sandboden ähnlich, dann nehmen auch die saftigen, hochhalmigen und breitblättrigen Wiesengräser ab und machen kurzhalmigen, schmalblättrigen Triftengräsern Platz.

§. 79. Die kalkreichen Bodenarten. — Sie sind gleichmäßige oder ungleichmäßige Gemenge von gemeinem Thon oder Lehm mit wenigstens 15 Procent kohlensauren Kalkes, enthalten aber außerdem noch sehr gewöhnlich mehr oder weniger fühlbaren Sand und nicht selten auch Gyps oder phosphorsauren Kalk. In Folge ihres höheren Kalkgehaltes gehören alle hierhergehörigen Bodenarten zu den warmen, leicht verdunstenden; denn wenn sie auch nur langsam die Sonnenwärme in sich aufnehmen, so halten sie die einmal in sich aufgenommene dann auch um so länger fest, so daß sie einerseits sich des Nachts weniger bethauen wie

irgend eine andere Bodenart, und andererseits nach anhaltend trockener, warmer Witterung lange Zeit brauchen, um ihre ausgedorrte Masse mit soviel Feuchtigkeit zu versorgen, als nöthig ist, um ihre theils zu harten Steinknollen, theils zu staubigem Pulver zerfallene Masse wieder in richtige Erdkrume umzuwandeln. Recht auffallend treten diese Eigenschaften der kalkreichen Bodenarten hervor an denjenigen Ablagerungsorten derselben, welche ganz schattenlos sind und während des ganzen Tages von der Sonne beschienen werden, wie dieses z. B. an den südlichen Gehängen und auf den Plateaus der Kalkberge der Fall ist. So lange diese Ablagerungsorte mit einer dichten, die volle Wirkung der Sonnenstrahlen abschwächenden, Pflanzendecke, z. B. mit Wald, bedeckt sind, erscheint ihr Boden üppig fruchtbar und erzeugt die verschiedenartigsten Gewächse. Es vermag in der That keine andere Bodenart eine so mannichfaltige, bunte Flora zu produciren, als eine solche kalkreiche. Aber wie ändert sich dieses anmuthige, buntfarbige Gewand, sobald die schützenden, abkühlenden Wälder oder die den Boden gegen die Gluth der Sonnenstrahlen deckenden Matten der Kräuterwiesen verschwunden sind? — Schon nach wenigen Jahren bietet der nun ausgedorrte Kalkboden dem Auge nichts weiter als dürrhalmige, borstenblättrige Schwingelgräser und nur da und dort einen genügsamen Wachholder oder einige dem Boden angedrückte Lippenblümler. Und es ist noch ein Glück für den armen Kalkboden, wenn diese genügsamen Gewächse ihn zu bedecken suchen, denn sonst jagen Wind und Regen seine staubgewordene Bodenmasse nach allen Richtungen hin aus einander, so daß namentlich an kahlen Kalkbergsgehängen von ihr nichts weiter übrig bleiben als die ihr früher beigemengten Steine oder das felsige Gerippe ihrer Unterlage. Aber was ist an diesem Verfalle des kalkreichen Bodens schuld? — Nichts weiter als sein eigenthümliches Verhalten gegen die Wärme

und gegen die in seiner Masse vorhandenen Verwesungssubstanzen der Pflanzen. Ist nemlich der kalkreiche Boden von einer saftigen Pflanzendecke beschattet, dann hält diese seine Masse nicht blos kühl und feucht, sondern gibt ihm auch alljährlich mit ihren absterbenden Körpergliedern ein reichliches Material zur Entwicklung von Kohlensäure, welche sich nun mit der Feuchtigkeit des Bodens verbindet und die in seiner Masse vorhandenen Kalktheile in löslichen doppeltkohlensauren Kalk umwandelt, so daß die in ihm wurzelnden Pflanzen unaufhörlich mit ihrer Lieblingsnahrung versorgt werden können. Wenn nun aber eine solche Pflanzendecke verschwindet, dann dürrt die Sonne nicht nur den Boden, sondern auch die auf ihm noch vorhandenen Pflanzenreste so aus, daß diese letzteren zu einer harten, staubig-kohligen Masse (zu sogenanntem kohligen oder tauben Humus) zerfällt, welche wegen Mangel an Feuchtigkeit nicht weiter verwest und folglich nun auch keine Kohlensäure mehr aus sich entwickelt; ja es verdunstet sogar das kohlensaure Lösungswasser des im Boden noch vorhandenen gelösten Kalkes, so daß dieser den Pflanzen keine Nahrung mehr gewähren kann. — So ist es mit dem kalkreichen Boden, wenn er schattenlose, trockene und luftige Lagerungsorte hat. Anders verhält es sich mit ihm an schattigen, feuchten oder von Gewässern durchzogenen Orten — z. B. in den engen Quer- und Buchtenthälern, ja selbst schon an den nach Norden abfallenden Flächen der Kalkgebirge, da wirkt die Sonne mit ihren Wärmestrahlen nur wohlthätig auf seine Masse ein, da erscheint er immer feucht, mäßig warm und mulmig und da bietet er mit seinem Kalkgehalte ein fortwährendes Zersetzungsmittel der in und auf seiner Masse liegenden Verwesungssubstanzen.

Es ist bisjetzt vorherrschend von dem Verhalten des kalkreichen Bodens gegen die Wärme die Rede gewesen.

Eigenthümlich aber ist auch sein Verhalten gegen das Regenwasser. Enthält er viel Thon und sind seine Kalktheile nicht gleichmäßig durch seine Masse vertheilt, dann verhält er sich ähnlich wie der kalkhaltige Thonboden und wird demgemäß bei starker Durchnässung klebrig, schlammig und zäh, so daß er beim Umackern große Schollen bildet; ist er dagegen wenigstens mit 75 Procent Kalk untermengt, dann wird er bei offener sonniger Lage selbst nach starken Regengüssen bald wieder trocken und feinkrümelig, so daß er nur bei feuchter Lage die so gerühmte Fruchtbarkeit des Kalkbodens offenbart.

Soviel im Allgemeinen über den kalkreichen Boden. Im Besondern nun theilt man die kalkreichen Bodenarten je nach der Art ihrer Mischung mit dem kohlensauren Kalke ein:

1) in Mergelbodenarten, wie sie schon im §. 72 unter III und im I. Abschnitte §. 22 näher beschrieben worden sind, und
2) in Kalkthonbodenarten, auf welche sich die obengegebene Beschreibung bezieht.

II. Nähere Betrachtung des Humus haltigen oder Culturbodens.

§. 80. Entstehung desselben. — Wenn die mit Wasserdunst beladenen Strömungen des atmosphärischen Luftmeeres die nackte Wand irgend einer Felsmasse benetzen, dann behauchen sie dieselbe nicht nur mit luftförmigen, die Felsmasse anätzenden, Atmosphärenstoffen, sondern auch mit unzähligen, dem bloßen Menschenauge nicht sichtbaren, Keimen von Schurfflechten, den kleinsten und doch hartnäckigsten und kräftigsten aller Pflanzen. Ja, hartnäckig und kräftig sind diese Zwerge der Pflanzenwelt, denn ohne eigentliche Wurzeln vermögen sie sich doch so fest an die einmal von ihnen in

Besitz genommene Felswand anzuklammern, daß nur des Meisels schneidige Schärfe sie davon abzuschürfen vermag. Und haben sie nun einmal eine Felswand mit ihren, wie farbige Staubüberzüge aussehenden, Colonieen ganz bedeckt, dann helfen sie unermüdlich den atmosphärischen Verwitterungsagentien zur Zersetzung des harten und scheinbar für die Ewigkeit geschaffenen Felsgesteines, denn mit ihren Ueberzügen machen sie die Oberfläche dieses letzteren rauh und dadurch empfänglich für die Einwirkung wechselnder Temperaturen, so daß der Zusammenhalt seiner Oberflächentheile rissig, mürbe und zugänglich wird für die Aufnahme der Atmosphärilien; zugleich aber saugen sie fortwährend Feuchtigkeit an, welche die rissig gewordene Felsmasse durchzieht und vorbereitet zur Aufnahme des Sauerstoffes und der Kohlensäure; und endlich entwickeln sie aus ihren kleinen Körpern, namentlich bei deren Verwesung, gar mancherlei Säuren, vor allen Kohlensäure, welche die Zersetzung der von ihnen bewohnten Felswand herbeiführen. — Wie aber in diesem Falle die Flechten das harte Gestein zersetzen helfen, so thun sie es auch bei dem losen Gehäufe des Sandes. Immer erscheinen sie da, wo eine Mineralmasse in Erdkrume umgewandelt und zum Wohnsitze für die Pflanzenwelt vorbereitet werden soll. Aber die Flechten sind blos die ersten Colonisten auf dem Erde bildenden Felsgesteine; haben sie dann soviel Erdkrume aus ihm geschaffen, daß auch andere Gewächse auf derselben wachsen und gedeihen können, dann ist ihr Werk vollbracht; sie sterben im Ueberfluße des von ihnen geschaffenen Bodens ab und überlassen denselben anderen, schon mehr Ansprüche an ihren Wohnsitz machenden, Pflanzengeschlechtern, welche das Werk der Flechten fortsetzen und für noch ungenügsamere Gewächse vorbereiten. Und so schafft eine Pflanzenart ohne ihr Wissen und Wollen der anderen die Wohnstätte aus ursprünglich festem Gesteine; so arbeitet eine Pflanze der an-

deren in die Hände, so wandelt die Pflanzenwelt die öde Mineraldecke des Erdkörpers in einen Pflanzengarten um, welcher so lange blühend und üppig bestehen wird, als nicht Stürme der Natur oder die cultivirende Hand des Menschen störend und zertrümmernd auf das so geregelte Schöpfungswerk der Natur einwirken.

Nach allem diesen ist demnach jeder durch den Verwitterungsprozeß entstehende Boden schon, wenigstens theilweise, ein Werk der Pflanzenwelt, ist also jeder Verwitterungsboden schon von seiner Entstehung an ein Gemenge von mineralischen Verwitterungs- und vegetabilischen Verwesungsproducten; kann überhaupt nur da vielleicht von einem rein mineralischen Boden die Rede sein, wo ein Mineraliengehäufe aus nicht weiter durch die Verwesungsstoffe des Pflanzenreiches zersetzbaren Substanzen, z. B. aus Quarzkörnern oder reinem Thone, besteht und sich dabei in einem Gebiete der Erdoberfläche befindet, wo die dürre Atmosphäre nicht einmal des Nachts den für das Pflanzenleben so wichtigen Thau spenden kann.

Wenn nun aber auch strenggenommen jeder mit irgend einer Art und Menge von verwesenden Organismenresten untermengter Mineralboden ein Humus haltiger genannt werden kann, so gilt doch im Sprachgebrauche und practischen Leben nur derjenige Boden als ein Humus haltiger, welcher solche und soviel Humussubstanzen in seiner mineralreichen Masse besitzt, daß selbst Bäume und andere höhere, schon viele Ansprüche an den Boden machende, Gewächse, vor allem aber die vom Menschen gezogenen oder cultivirten Pflanzenarten für längere Zeit hin auf ihm gedeihen können. Und von dieser Art des Humus haltigen Bodens soll namentlich im Folgenden die Rede sein. Zu diesem Zwecke aber ist es nöthig, daß wir vor Allem

das Wesen der ihn charakterisirenden Humussubstanzen näher kennen lernen.

§. 81. Bildung der Humussubstanzen. — Wenn Organismen, namentlich Pflanzen, — von denen hier vorzugsweise die Rede sein soll —, absterben, so verändern sie zuerst ihre natürliche Farbe, die Säfte ihres Körpers und das Gewebe ihrer Körperglieder; sodann verschwindet allmählich die Form ihres Körpers; und endlich zerfällt der früher organische Körper in eine Anfangs lederbraune, zuletzt aber bräunlich oder graulich schwarze, erdige Masse, welche gewissermaßen das Uebergangsglied von organischer zu mineralischer Substanz bildet und am Schlusse ihrer vollständigen Zersetzung in der That auch aus nichts weiter als aus einer Mischung verschiedener Salze und Säuren besteht. Diesen Zersetzungsgang der organischen Substanzen kann man in seiner ganzen Vollständigkeit schon an jedem einzelnen Pflanzenblatte beobachten. Wenn in Folge seiner unausgesetzten Thätigkeit und dem abnehmenden Reize des Sonnenstrahles im Spätsommer die Lebenskraft eines solchen Blattes mehr abnimmt, dann kommen auf seiner grünen Fläche immer mehr, anfangs grünblaue, dann rothe und zuletzt lederbraune Flecken zum Vorscheine. Hat endlich die lederbraune, den Tod des Blattes anzeigende, Farbe die ganze Ober- und Unterfläche des Blattes in Besitz genommen, dann schrumpft dasselbe mehr und mehr zusammen und fällt zur Erde. Unter dem Einflusse der Feuchtigkeit zerreißt seine Substanz und wird nun allmählich in die obengenannte schwärzliche Erdmasse umgewandelt, welche unter dem Namen Humus gewöhnlich als das letzte Verwesungsproduct aller abgestorbenen Organismenreste angesehen wird.

So ist der Verwesungsgang einer organischen Substanz, wie er sich äußerlich dem Auge darstellt. Complicirt aber erscheint derselbe, wenn man nach den ihn einleitenden Potenzen und Agentien, nach den während seines Verlaufes

zum Vorschein kommenden Stoffen und nach dem Einflusse fragt, welche diese Stoffe auf die mineralischen Substanzen des Bodens und auf die Ernährung der Pflanzen ausüben. Wir wollen versuchen, im Folgenden alles dieses darzulegen, da gerade diese Verhältnisse für die Natur des Bodens und des Pflanzenlebens von der größten Wichtigkeit sind.

Wenn die Lebenskraft in dem Körper einer Pflanze schwächer wird und in Folge davon die Ausscheidungs- oder Verdunstungsorgane an den grünen Gliedern derselben zusammenschrumpfen und sich schließen, dann kann die Pflanze nicht mehr das in ihrem Körper angehäufte und überflüssige Wasser, auch nicht mehr den von ihr, bei der Bereitung ihrer Körpersubstanzen, ausgeschiedenen Sauerstoff verdunsten. In Folge dessen bleiben zunächst die neu gebildeten organischen Substanzen weich und schwammig, sodann aber wandeln sich die in jedem Pflanzenkörper vorhandenen, oxal-, gerb- und anderen organischsauren Alkalien eben unter dem Einflusse des überflüssigen Sauerstoffes in kohlensaure Alkalien um. Diese Umwandlung der alkalischen Salze in kohlensaure aber ist die erste Veranlassung zur Zersetzung der kohlen-, sauer- und wasserstoffreichen Pflanzensubstanzen, z. B. des grünen Farbemehles (Chlorophylls), Stärkemehls, Zuckers, so wie der Zellen- oder Pflanzenfasersubstanz, in die oben genannten Humussubstanzen. Die eben erst entstandenen kohlensauren Alkalien nemlich haben eine große Verbindungsneigung zu den aus der Zersetzung der organischen Substanzen entstehenden, Humussäuren; sobald sie daher mit abgestorbenen Pflanzenmassen in Berührung kommen, so treiben sie die Kohlenstoff haltigen Substanzen derselben an, durch Anziehung von Sauerstoff sich in Humussäuren umzuwandeln, mit welchen sich dann die Alkalien selbst unter Ausstoßung ihrer, bis daher besessenen, Kohlensäure zu humussauren Alkalien verbinden.

1) Erklärung: Will man sich diesen Proceß versinnlichen, so fasse man folgendes Schema ins Auge: Sägemehl von Buchen- oder Eichenholz bestehe aus:

Holzfasersubstanz und gerbsaurem Kali

Durch Anziehung von Sauerstoff entsteht zunächst aus:

der Holzfaser unter Entwickelung von Kohlensäure und Wasser eine kohlenreichere und darum braungefärbte Humusmasse.	dem gerbsaurem Kali kohlensaures Kali, welches nun auf die Humusmasse einwirkt.

Die Humusmasse aber bildet nun mit dem Kali humussaures Kali, wobei das Kali seine Kohlensäure freigibt.

2) Versuch: Man kann sich diesen Proceß auch auf künstlichem Wege leicht darstellen, wenn man Sägemehl mit kohlensaurem Kali oder besser mit reiner Kalilösung kocht. Die hierdurch erhaltene dunkel- oder kaffeebraune Lösung besteht alsdann aus humussaurem Kali. Versetzt man dann diese Lösung mit viel Salzsäure, so entfärbt sie sich unter Abscheidung von braunen Flocken. Diese Flocken nun bestehen aus nichts anderem als aus reiner Humussäure, welche durch die Verbindung des Kali's mit der zugesetzten Salzsäure frei geworden ist.

Aus dem eben angegebenen Versuche erfährt man zugleich zweierlei, nemlich

1) daß die Verbindungen der Alkalien mit der Humussäure braun sind und sich im Wasser auflösen, und

2) daß die Humussäure für sich allein im Wasser unlöslich ist.

Der Verwesungs- oder Humificationsproceß der absterbenden Pflanze wird demnach, — sobald nur erst unter dem

Einflusse von Wärme, Luft und Feuchtigkeit die Gewebemasse des Pflanzenkörpers zerrissen und die in dem letzteren vorhandenen organischsauren Alkalien in einfach kohlensaure Salze umgewandelt worden sind —, um so schneller und um so vollständiger sich entwickeln und vollenden, je mehr einerseits in der Pflanze kohlensaure Alkalien und je weniger andererseits in ihr Stoffe vorhanden sind, welche die Gewebemassen des Pflanzenkörpers einhüllen und so gegen den Einfluß von Feuchtigkeit, Luft und alkalischen Salzen schützen. Alles das können wir alljährlich in der Pflanzenwelt sattsam beobachten; denn da werden wir stets bemerken,

1) daß die weicheren, saftreicheren, von der Luft leichter angreifbaren und viel Alkalien haltigen Pflanzenglieder schneller verwesen als die hartholzigeren, saftlosen, alkaliennärmeren;
2) daß die saftarmen, mit harzigen oder wachsartigen Stoffen erfüllten oder viel Kieselsäure haltigen Pflanzentheile weit langsamer verwesen, als die harz- oder kieselsäurearmen. Wie äußerst langsam verwesen die harz- oder wachshaltigen Nadeln und Stammtheile der Nadelhölzer und Haiden oder die kieselsäurereichen Stammtheile der Eichen, Birken, Eschen oder auch der borstenblättrigen Gräser. Alle diese Gewächse enthalten auch alkalische Salze, aber dieselben können nicht auf die von Harz, Wachs oder Kieselsäure umhüllte Zellengewebmasse ihres Körpers einwirken.

Aber wir können auch bemerken, daß in der ersten Periode des Verwesungsprozesses, in welcher die Pflanze noch viel alkalische Substanzen enthält, die Zersetzung der Pflanzensubstanz noch rascher vorwärts schreitet, als in der zweiten Periode, in welcher die Menge der alkalischen Salze immer mehr in Folge der Bildung von humussauren Salzen und der Auslaugung derselben durch Wasser abnimmt, ja daß

zuletzt, wenn die Pflanzensubstanz in der eben erwähnten Weise ihren ganzen Gehalt von Alkalien verloren hat, die Verwesung scheinbar ganz stillsteht, so daß von der Pflanzenmasse eine schwarzbraune erdige Masse übrig bleibt, welche sehr kohlenreich und fast leer von alkalischen Salzen und unter dem Namen des „kohligen oder tauben oder auch staubigen Humus" bekannt ist.

Ganz still steht indessen die Verwesung dieses kohligen Humus nicht, sie schreitet nur sehr langsam fort und zwar in Folge der merkwürdigen Eigenschaft ihres Kohlengehaltes, aus der Atmosphäre Wasser, Sauerstoff und Stickstoff in sich aufzusaugen und mit Hülfe des eingesogenen Wassers aus dem Stickstoffe Ammoniak zu bilden, welches nun wie ein Alkali wirkt und den Kohlengehalt des Humus anregt, Sauerstoff anzuziehen und sich mit ihm zu Kohlensäure zu verbinden, mit welcher Säure dann das Ammoniak kohlensaures Ammoniak, das beste aller Pflanzennahrungsmittel, bildet.

Dieser Prozeß läßt sich in folgender Weise versinnlichen:

der kohlige Humus zieht an Wasser und Luft,
das Wasser besteht aus Wasserstoff und Sauerstoff,
die atmosphärische Luft aber aus Stickstoff und Sauerstoff.

Es treten mithin in Berührung:

Kohlenstoff + Sauerstoff + Wasserstoff + Stickstoff

Kohlenstoff + Sauerstoff	Wasserstoff + Stickstoff
verbinden sich	verbinden sich
zu Kohlensäure	zu Ammoniak
(2. Product)	(1. Product)

verbinden sich mit einander zu
kohlensaurem Ammoniak (3. Product).

Das Ammoniak wirkt demnach, wie eben angedeutet worden ist, ganz so, wie Kali, Natron oder Kalkerde, zersetzend auf jede absterbende organische Substanz, ja man darf annehmen, daß es die Universalbasis ist, welche die Natur anwendet, um jede abgestorbene Organismenmasse zur vollen Verwesung zu bringen. Denn es entwickelt sich nicht blos in

der oben angegebenen Weise in dem kohligen Humus aus dem atmosphärischen Stickstoffe, sondern auch in allen Organismenresten, deren Masse aus Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff besteht, aus der Verbindung von deren Stickstoff- und Wasserstoffgehalt und macht sich dann gleich bemerklich durch seinen stechenden oder urinösen Geruch. Wir werden es aber nur dann bemerken, wenn eine Pflanzen- oder Thiersubstanz arm oder leer an Kali, Natron oder Kalkerde ist; denn sind diese letztgenannten Alkalien vorhanden, so zersetzen sie augenblicklich das sich entwickelnde Ammoniak, indem sie den Stickstoff desselben anregen, durch Anziehung von Sauerstoff Salpetersäure zu bilden, mit welcher sich dann die genannten Alkalien zu salpetersauren Salzen verbinden. In diesem Falle wird also auch das Ammoniak eher aus der Verwesungsmasse verschwinden, als es auf diese letztere zersetzend einwirken kann. Sind indessen die Alkalien erst vollständig in salpetersaure Salze umgewandelt worden, dann zersetzt auch das sich nun entwickelnde Ammoniak die noch übrige Humusmasse.

Es kann indessen das Ammoniak in seiner eben beschriebenen Thätigkeit auch gehemmt werden, wenn verwesende Organismenreste neben ihrem Stickstoffgehalte auch mehr oder weniger Schwefel enthalten, wie dies z. B. der Fall ist bei den meisten thierischen Substanzen; denn dann entsteht aus dem Stickstoff-, Wasserstoff- und Schwefelgehalte dieser Substanzen zu gleicher Zeit Ammoniak und Schwefelwasserstoff, zwei Substanzen, welche sich augenblicklich mit einander zu Schwefelwasserstoff-Ammoniak oder Schwefelammonium, jenem allbekannten, durch seinen häßlichen Fauleiergeruch ausgezeichneten und die Verwesungsjauche schmutzig grünlichbraun färbenden, Gase, verbinden. Tritt aber das Ammoniak in diese Schwefelverbindung ein, dann hält es der Schwefel so gefesselt, daß es nicht mehr auf die Humus-

substanz einwirken und aus ihr Säuren erzeugen kann. Nur wenn die Verwesungssubstanz auch noch kohlensaure Alkalien enthält, kann dann die Zersetzung derselben weiter fortschreiten, indem diese Alkalien dem Schwefelammonium seinen Schwefelgehalt rauben, wodurch einerseits aus ihnen selbst sich Schwefelalkalien oder Schwefellebern entwickeln, welche sich in der Verwesungsjauche mit lederbrauner Farbe lösen und unter Luftzutritt in schwefelsaure Alkalien umwandeln, und andererseits das Ammoniak wieder frei wird und nun auch wieder zersetzend auf die noch vorhandene Humussubstanz einwirken kann. Alle diese Processe kann man deutlich in der Natur beobachten. Wenn ein Stück Fleisch zu verwesen beginnt, so entwickelt es auch augenblicklich den widerwärtigen Geruch von Ammoniak und Schwefelwasserstoff. Allmählich verschwindet derselbe und es bleibt dann zuletzt eine schwärzliche krümliche Humusmasse übrig, welche anfangs fast geruchlos ist und erst nach einiger Zeit wieder etwas Ammoniak entwickelt, und dann sich auch weiter, wenn auch nur langsam, zersetzt. Wenn man nun aber diese faulige Fleischmasse mit Asche (d. i. kohlensaurem Kali) oder mit gebranntem Kalk (d. i. Kalkerde) bedeckt, so verschwindet rasch der faule Geruch und das Fleisch wird sehr schnell vollständig zersetzt, so daß nur wenig krümliche Humusmasse übrig bleibt; bedeckt man diese wieder mit Aschenlauge, so verschwindet auch die letzte Spur des Humus. Läßt man endlich die hierdurch erhaltene Jauche oder auch die durch Zusatz von Wasser erhaltene, unrein braun aussehende, Lösung in einem flachen Napfe an der Luft stehen, so verschwindet allmählich ihre braune Farbe und untersucht man nun dieselbe chemisch, so erhält man aus ihr salpeter- und schwefelsaure Alkalien (Kali und Kalkerde), sowie kohlensaures Ammoniak, lauter ausgezeichnete Pflanzennahrungsstoffe.

Von dieser Beobachtung des Verwesungsprocesses macht

man auch im practischen Leben mannichfache Anwendung: Um abgestorbene Organismenreste rasch zur vollen Verwesung zu bringen, um die aus Cloaken und Latrinen sich entwickelnden, widerlich riechenden und der Gesundheit nachtheiligen, Gase zu verbannen, und um schwer zersetzbare Pflanzenmasse rasch in guten Dünger umzuwandeln, untermischt oder bedeckt man sie mit Asche und gebranntem Kalk. Ebenso untermischt man die Jauchen der Fäulnißsubstanzen mit den ebengenannten alkalischen Stoffen, sammelt sie dann in flachen, weiten Gruben an, rührt sie von Zeit zu Zeit um, damit auch der Sauerstoff der Luft gehörig mit den vorhandenen Schwefelalkalien und humussauren Salzen in Berührung komme, und bereitet sich in dieser Weise eine Mischung von kohlen-, schwefel- und salpetersauren Salzen.

Doch nun genug über die Zersetzungsweisen abgestorbener Organismenreste. Werfen wir nun nochmals einen Sammelblick auf alles eben Besprochene, so erhalten wir für die Zersetzung der Pflanzen folgende Resultate:

1) Die Hauptsubstanzen des Pflanzenkörpers bestehen

- a) aus Faser- und Zellgeweben, welche theils stickstofffreie, theils stickstoffhaltige Substanzen umfassen und
  - *α)* entweder aus: Kohlen-, Wasser-, und Sauerstoff
  - *β)* oder aus Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff nebst Schwefel

  bestehen.
- b) aus organischsauren Alkalien und alkalischen Erden, welche gewöhnlich die Zellen und Fasern umhüllen und sie hart und fest machen.

2) Wenn nun eine absterbende Pflanzenmasse sich unter dem steten Einflusse von Wärme, Feuchtigkeit und Luft zersetzt, so werden zunächst die unter a. genannten Säfte und Gewebe unter Bildung von Wasser und Kohlensäure in eine anfangs hell-, später dunkelbraune, kohlenstoffreiche, erdige

Masse umgewandelt, welche man Humussubstanz nennt. Zugleich aber werden bei der Bildung dieser letzteren die unter b. angegebenen organischsauren Salze in einfach kohlensaure umgewandelt und aus dem Stickstoffgehalte der unter α. β. genannten Stickstoffsubstanzen (z. B. Eiweiß, Kleber, Caseïn 2c.) Ammoniak oder auch Schwefelammonium gebildet.

3) Sowohl die kohlensauren Alkalien, wie auch das Ammoniak treiben die an sich indifferente (d. h. weder wie eine Säure noch wie eine Salzbasis wirkende und im Wasser ganz unlösliche) Humussubstanz an, durch Anziehung von Sauerstoff die sogenannten Humussäuren zu bilden, mit welchen sich dann das Kali, Natron oder Ammoniak der obengenannten kohlensauren Salze zu in Wasser löslichen, gelb- oder kaffeebraunen, humussauren Salzen verbinden.

4) Indessen ist bei dieser Einwirkung des Kalis, Natrons oder Ammoniaks noch Folgendes ins Auge zu fassen:

a) Ist eine Pflanzenmasse stickstofffrei, so werden aus ihrer sich entwickelnden Humussubstanz nur durch die in ihr vorhandenen Alkalien humussaure Alkalien erzeugt. Je mehr daher in ihr Alkalien vorhanden sind, um so rascher und um so stärker schreitet ihre Zersetzung vorwärts. — Reicht nun aber die Menge der Alkalien nicht aus, um alle Humusmasse in Säure umzuwandeln, so bleibt zunächst kohliger Humus übrig, welcher sich aber durch Entstehung von Ammoniak aus, in sich aufgenommener, Luft dann ebenfalls allmählich in Humussäuren umwandelt, bis auch seine letzte Spur verschwunden ist. Hat endlich eine stickstofffreie Pflanzensubstanz gar keine Alkalien, so entwickelt sich schon von vorn herein aus ihrer in der Humification begriffenen Masse, freilich nur sehr allmählich, durch Aufnahme und Verdichtung von Feuchtigkeit und Luft, Ammoniak, welches dann die Weiterzersetzung des kohligen Humus besorgt, wenn

anders die Umgebung der humificirenden Masse nicht zu trocken ist.

b) Ist nun aber eine Pflanzensubstanz stickstoffhaltig und dabei auch mit Schwefel versehen, dann kann wieder ein doppelter Fall eintreten:

α) Enthält nemlich eine solche Substanz keine Alkalien, dann entwickelt sich aus ihr im Anfange nur Schwefelwasserstoff-Ammoniak, aus welchem sich unter Aufnahme von Sauerstoff schwefelsaures Ammoniak erzeugt, und erst nach Verbrauch allen Schwefels kohlensaures Ammoniak, welches alsdann die noch übrige Humusmasse in Humussäuren umwandelt.

β) Enthält nun aber eine solche Substanz neben ihrem Stickstoff-Schwefelgehalte auch Kali, Natron oder Kalkerde, dann entwickeln sich aus ihr

zuerst Schwefelammonium und kohlensaure Alkalien, welche sich mit den aus dem Humus erzeugten Humussäuren zu humussauren Alkalien verbinden;

dann durch Umtausch der Säuren humussaures Ammoniak und Schwefelalkalien (Schwefelkalium, Schwefelnatrium oder Schwefelcalcium), aus denen dann unter Luftzutritt schwefelsaure Alkalien werden;

dann aus der nach Verbrauch des Schwefelgehaltes noch übrigen Humusmasse, wenn dieselbe noch Alkalien und Stickstoffsubstanz besitzt, salpetersaure Alkalien;

endlich aus der nach Verbrauch des Alkalien- und Stickstoffgehaltes noch übrigen kohligen Humusmasse in der oben schon erwähnten Weise so lange noch humussaures Ammoniak als noch umwandelbare Masse übrig ist.

§. 82. Eigenschaften der Humussubstanz und ihrer Säuren. — Es ist im Vorigen hauptsächlich die Bildungs- und Umwandlungsweise der Humussubstanz besprochen worden. Nun hat aber diese Substanz mehrere Eigenschaften, welche nicht nur für das Pflanzenleben, sondern auch für die Bodenbildung, ja auch für die Umwandlung fester und scheinbar unlösbarer Mineralien von großer Wichtigkeit sind. Es müssen darum diese Eigenschaften noch besonders ins Auge gefaßt werden.

Wie nun oben schon angedeutet worden ist, so müssen von der Humussubstanz von vorn herein dreierlei Modificationen unterschieden werden, von denen die erste als die im Entstehen begriffene oder unreife, die zweite als die in voller Entwicklung begriffene oder reife, die dritte endlich als die überreife oder ausgesogene Humussubstanz anzusehen ist.

Die erste Art von Humussubstanz oder die erst in der Entwickelung begriffene, welche auch Ulmin oder Baumerde genannt wird, sieht gelb- oder lederbraun aus, bildet eine faserige Erdmasse und gibt mit einer Lösung von kohlensauren Alkalien gekocht, im Wasser lösliche, weingelbe Alkalien (sogenannte ulminsaure Alkalien). Unter Zutritt von Luft und Feuchtigkeit, also unter Anziehung von Sauerstoff, wird sie allmählich dunkelbraun und wird nun zur zweiten Humusart, nemlich zu dem in voller Umwandlung begriffenen reifen oder milden Humus, welchen man auch Humin nennt. Diese zweite, dunkel- bis schwarzbraun und schon ganz pulverig erdig aussehende Art ist es, welche man gewöhnlich als eigentlichen Humus bezeichnet. In ihr ist die Entwicklung von humus- oder huminsauren Alkalien im vollen Gange. Diese geben schon in reinem Wasser eine Lösung, welche um so dunkler brauner ist, je mehr sich huminsaure Alkalien in der Humusmasse befinden. Hat nun Regenwasser alle diese Salze ausgelaugt und befinden sich in der

nun noch übrig bleibenden Huminmasse auch keine Alkalien mehr, dann wird diese Huminmasse zur überreifen, kohlenreichen, alkalienleeren oder tauben Humussubstanz, welche nur noch durch das in ihr sich entwickelnde Ammoniak oder durch künstlichen Zusatz von kohlensauren Alkalien (Asche) oder Kalk Huminsäuren aus sich entwickeln und sich vollständig zersetzen kann.

Unter diesen Modificationen der Humussubstanz ist die zweite und dritte die am meisten in dem Erdboden vorkommende; von ihr ist daher im Folgenden vorzugsweise die Rede.

Die reife Humussubstanz oder das Humin, — welches also nach dem eben Mitgetheilten im ersten Stadium seiner Entwicklung aus einer Mischung von kohlenstoffreicher Humusmasse und kohlen- oder huminsauren Alkalien, im zweiten Stadium aber nur aus kohlenstoffreicher Humusmasse besteht —, bildet im ausgetrockneten Zustande eine erdigpulverige Aggregation, welche dunkelrauchgrau oder bräunlichschwarz aussieht und zwar im Wasser ganz unlöslich ist, aber wegen ihres feinzertheilten Kohlengehaltes gierig Wasser und alles, was in dem letzteren aufgelöst ist, in sich auffaugt und davon zuerst wie ein Badeschwamm aufquillt, dann aber zu einem breiartigen Schlamme zerfließt, dessen Theile beim vollständigen Austrocknen sich so stark zusammenziehen, daß ihre Masse zuletzt in lauter feste, harte, napfförmige Scherben zerfällt. Durch diese Eigenschaften sowohl, wie auch dadurch, daß, wenn die schlammige Humusmasse gefriert, sie bei späterem Aufthauen und Austrocknen sich nicht mehr zu einer festen, harten, steinähnlichen Masse zusammenzieht, sondern nur zu einem kohlenartigen Pulver zerfällt, welches wohl noch Wasser und alle im Wasser löslichen Substanzen in sich auffaugt, aber keinen Schlamm mehr bildet, nähert sich die Humusmasse der Thonsubstanz. Aber diese Aehnlichkeit in

den ebengenannten Eigenschaften ist nun auch die Ursache, daß Humus- und Thonsubstanz in ihrem feinzertheilten Schlammzustande sich gegenseitig nicht nur innig mischen, sondern auch so fest aneinandersaugen, daß jedes, auch das kleinste Massetheilchen dieser Mischung aus irgend einem Quantum Thon und Humus besteht, — so wie man es z. B. an manchem Teich- oder Flußschlamme bemerken kann. Dieses Gemisch bildet dann beim Austrocknen oder Ausfrieren eine feinkrümliche, mürbe, stets feuchte Bodenmasse, in welcher sich der Humus viele Jahre hindurch unverändert erhält und so eine äußerst fruchtbare Erdbodenart darstellt, welche unter dem Namen der Dammerde bekannt ist.

Wenn nun aber die frische Humussubstanz sich voll Wasser und Luft saugt und diese Stoffe in sich zusammenpreßt und verdichtet, so muß dadurch nach und nach aus denselben alle ihre gebundene Wärme frei werden. Und diese frei werdende Wärme ist es nun, welche die kohlereichen Theile der Humusmasse anregt, zunächst sich mit dem Sauerstoffe der Luft zu Kohlensäure zu verbinden, welche nun ihrerseits wieder den Stickstoff der eingesogenen Luft antreibt, mit dem Wasserstoffe des in dem Humus vorhandenen Wassers Ammoniak zu bilden, so daß sich endlich kohlensaures Ammoniak entwickelt, — in der Weise, wie schon früher angegeben worden ist. — Diese Eigenschaft der Humusmasse, sowie jeder frischen Kohlensubstanz, ist auch die Ursache, warum dieselbe beim Erwärmen stets kohlensaures Ammoniak entwickelt, warum ferner auf Kohlenmeilerstätten die Pflanzenwelt sich so reich entfaltet, warum endlich auf einer frischen Humusmasse (oder auch auf Kohlenpulver) die Stecklinge und Samen der Pflanzen so leicht gedeihen und keimen.

Aber eben die in der Humusmasse sich entwickelnde

Wärme ist es auch, welche das Wasser derselben theilweise zum Verdampfen bringt, so daß eine Humusmasse, so lange sie mit der Luft in steter Verbindung steht und nicht an einem allzuschattigen, immer feuchten Orte lagert, nie so schlammig und sumpfig wird, wie gemeiner Thon.

Sieht man von dem Gehalte von beigemischten alkalischen Salzen ab, so ist, wie schon früher mitgetheilt worden ist, die reine Humussubstanz für sich allein ganz indifferent und als solche für das Pflanzenleben nichts weiter als eine gewöhnliche, den Pflanzenwurzeln wohl einen Standort, aber keine Nahrung bietende, Erdbodenmasse. Aber kann sie auch nicht selbst den Pflanzen als Nahrung dienen, so bildet sie doch ein Magazin, aus welchem sich so lange, als noch eine unwandelbare Spur von ihr vorhanden ist, Nahrungsmittel für die Pflanzen entwickeln, denn es erwachsen aus ihr, wie wir schon früher gesehen haben, alkalische Salze der verschiedensten Art, vor allen aber die humussauren Alkalien, welche wegen ihrer eigenthümlichen Natur und ihrer Wichtigkeit näher betrachtet werden müssen.

Die kohlenstoffreiche Substanz des Humus nemlich besitzt die Eigenthümlichkeit, daß, wie ja auch früher schon bemerkt worden ist, unter dem Einflusse von Ammoniak, Kali, Natron, Kalkerde und überhaupt von allen starkbasischen Metalloxyden (d. h. solchen Oxyden, in denen 1 Theil Metall mit 1 Theil Sauerstoff verbunden erscheint —) aus ihr sich kohlenstoffhaltige Säuren (sogenannte Humussäuren), entwickeln, welche für sich allein im Wasser unlöslich sind, mit denen sich aber trotzdem alle die ebengenannten Oxyde sehr gern zu Salzen verbinden, unter welchen nun alle die Kali, Natron oder Ammoniak haltigen schon in gewöhnlichem Wasser löslich, dagegen diejenigen, welche eine alkalische Erde, z. B. Kalkerde, oder ein Schwermetalloxyd besitzen, unlöslich erscheinen.

Die in gewöhnlichem Wasser schon lösbaren humussauren Alkalien, vor allen das humussaure Ammoniak, besitzen die merkwürdige Eigenschaft, daß sie alle im Wasser unlöslichen Salze, und zwar nicht nur die humussauren, sondern auch die mit anderen Säuren, z. B. mit Kohlen-, Schwefel-, Phosphor- oder auch Kieselsäure versehenen Salze in sich aufzulösen vermögen. Kommt also demgemäß eine wässerige Lösung von humussaurem Ammoniak mit an sich unlöslichem phosphorsaurem Kalk (z. B. Knochen oder Phosphorit) in dauernde Berührung, so löst sie denselben in sich auf.

In diesem Verhalten liegt der Grund, warum in Düngerjauchen Knochen, zumal im vorher gepulverten Zustande, so leicht aufgelöst werden.

Dabei ist nun noch das ganz besonders zu beachten, daß diese humussauren Alkalien nicht blos eine, sondern zu gleicher Zeit mehrere verschiedene Salzarten, z. B. zugleich kohlen-, schwefel- und phosphorsauren Kalk, in sich aufzulösen vermögen. Durch diese Eigenschaften werden die humussauren Alkalien von größter Wichtigkeit nicht nur für die Zersetzung und Lösbarmachung der in einem Boden vorhandenen, scheinbar unzersetzbaren, Mineralreste, sondern auch für die Ernährung der Pflanzen, denn sie sind es, welche den letzteren an sich unlösbare Stoffe, wie eben den phosphor- oder kohlensauren Kalk, im aufgelösten und nun von ihren Wurzeln aufnehmbaren Zustande zuführen. Und wie die im Wasser gelösten humussauren Alkalien einzelne Mineralreste des Bodens zu lösen vermögen, so können sie auch die Masse von Felsen, an deren Wänden sie herabfließen oder deren Klüfte sie füllen, zersetzen, umwandeln und theilweise lösen. Hierdurch läßt es sich erklären, warum auch Pflanzen auf scheinbar nacktem Gesteine noch leben und wachsen können. Die alljährig absterbenden Glieder dieser Pflanzen geben bei

ihrer Verwesung humussaure Alkalien, welche vom Regenwasser gelöst den felsigen Standort dieser Pflanzen anätzen und aus ihm heraus lösbare Pflanzennahrung bereiten.

Die von einem humussauren Alkali aufgelösten Mineralsalze können nun in ihrer Lösung theils unverändert in ihrer Masse bleiben, theils sich gegenseitig zersetzen oder verändern. Unverändert bleiben sie, wenn sie alle schon mit denjenigen Säuren verbunden sind, zu denen ihre Basen die größte Verbindungskraft besitzen; verändert dagegen werden sie in ihrer Masse, wenn die einen der gelösten Salze Säuren oder Basen haben, welche zu den Säuren oder Basen der anderen eine größere Verbindungskraft besitzen. Wenn z. B. humussaures Kali kieselsauren Kalk in sich aufgelöst enthält, so tauscht das Kali mit dem Kalke die Säuren, so daß einerseits lösliches kieselsaures Kali und andererseits unlöslicher humussaurer Kalk entsteht. Ebenso bildet sich aus der gleichzeitigen Lösung von phosphorsaurem Eisenoxydul und kohlensaurem Kalk in der alkalischen Humuslösung phosphorsaurer Kalk und kohlensaures Eisenoxydul, also zwei neue, aber doch noch in der Humuslösung lösbare Salze. Schon aus diesen beiden Beispielen ersieht man, welche wichtige Rolle die humussauren Alkalien nicht blos bei der Zersetzung, sondern auch bei der Umwandlung von Mineralien spielen können.

Das Merkwürdigste bei diesen humussauren Alkalien ist nun aber, daß sie nicht immer gleich große und gleich starke Lösungskraft besitzen, sondern daß ein und dasselbe humussaure Alkali bald nur ein Mineralsalz, bald zwei, bald auch mehr als zwei solcher Salze in sich aufzusaugen vermag, und daß es zuletzt alle aufgelösten Salze, gewöhnlich in krystallischer Gestalt, wieder ausscheidet. Der Grund von dieser Eigenthümlichkeit liegt in der Veränderlichkeit der Humussäure, sobald sie mit Alkalien verbunden ist. Diese nemlich treiben die

Humussäure an, immer mehr Sauerstoff an sich zu ziehen, wodurch sie natürlich je nach der Menge des angezogenen Sauerstoffs schnell (in andere Arten von Säuren) umgewandelt und mit andern Eigenschaften begabt wird. In dieser Weise entsteht unter dem Einflusse der Alkalien, vorzüglich des Ammoniaks aus der in Zersetzung begriffenen organischen Substanz

zuerst eine Humussäure, welche blaßgelb ist und als humussaures Alkali nur ein Salz in sich aufzulösen vermag; diese hat man Ulminsäure genannt. Aus ihr entsteht durch Mehranziehung von Sauerstoff

dann die dunkelbraune Humussäure, welche als humussaures Alkali zwei verschiedene Salze in sich auflösen kann. Diese Huminsäure wird durch Mehranziehung von Sauerstoff

weiter zur weingelben Quellsäure, der einzigen schon für sich allein im Wasser löslichen und darum im Wasser der Quellen und der Wasserpfützen auf lehmigen und thonigen, mit Düngstoffen wohl versorgten, Aeckern nicht selten vorkommenden Humussäure. Mit Ammoniak verbunden ist sie die stärkste aller Humussäuren; denn sie bildet nicht nur mit allen Metalloxyden im Wasser lösliche Salze, sondern vermag auch vier verschiedene Salze mit einem Male in sich aufzulösen. Durch Anziehung von Sauerstoff aber wird sie wieder schwächer, indem sie sich

nun in Quellsatzsäure umwandelt, welche nicht nur in Wasser wieder unlöslich ist, sondern auch mit Ammoniak verbunden nur noch zwei bis drei Salze in sich auflösen kann. Aus ihr wird durch Aufnahme von Sauerstoff

endlich Kohlensäure, welche zwar in ihren wässerigen Lösungen noch kohlen-, schwefel-, phosphor- und manche

kieselsaure Salze in kleinen Mengen aufzulösen vermag, aber dieselben in Folge ihrer leichten Verdunstbarkeit bald wieder ausscheidet.

Mit der Bildung der Kohlensäure aber hat die Zersetzung und Umwandlung nicht blos der Humussubstanz überhaupt, sondern auch der Humussäuren ihr Ende erreicht. Denn die so entstehenden kohlensauren Alkalien saugt nun die lebende Pflanze als Hauptnahrung in sich auf; mittelst ihrer allein schafft sie alle die Säfte und Gewebe, welche die Grundmasse ihres Körpers bilden. Die Humussäuren selbst im Verbande mit den Alkalien können nicht als solche von der Pflanze benutzt werden; sie würden als Gährungs- oder Verwesungsproducte nur die inneren Organe des Pflanzenkörpers ebenfalls zur Verwesung anregen; — sie sind nur die Mittel, welche die absterbende Pflanze sich schafft, um aus ihrem mineralischen Standorte diejenigen Salze zu gewinnen, welche ihren lebenden Nachkommen zur Nahrung dienen können.

§. 83. Die Torfsubstanz. — Wie im Vorstehenden gezeigt worden ist, so werden Pflanzenmassen nur dann vollständig verwesen und eigentlichen Humus bilden können, wenn ununterbrochen Luft auf sie einwirken kann. Wenn nun aber absterbende Pflanzensubstanzen, welche schon in der Humification begriffen sind, dem Einflusse der Luft entzogen und unter Wasser versenkt werden, wie man dieses bei allen, in Teichen, Sümpfen und anderen stehenden Gewässern wachsenden, Pflanzen oder auch bei den in solche Gewässer gefallenen Blättern bemerken kann, dann hört mit einem Male alle Humusbildung auf, und es beginnt die Vertorfung oder Verkohlung der abgestorbenen Pflanzenmassen. Durch die über ihnen befindliche Wasserdecke nemlich werden diese humificirenden Pflanzenreste so zusammengepreßt, daß aus ihren wässerigen Säften so viel Wärme frei wird, daß sie unter

Entwickelung von Ammoniak und Kohlenwasserstoffsubstanzen verkohlen. Man kann diesen Verkohlungsproceß schon in jedem massigen und von Feuchtigkeit durchdrungenen Düngerhaufen beobachten, ja bei ihm erscheint die Wärmeentwickelung im Innern so stark, daß er beim Auseinanderreißen seiner Masse stark raucht und sogar in Flammen ausbrechen kann, uud daß in Folge von starker Zusammenpressung nasses Heu sich beim Auseinanderwerfen entzünden kann, ist allbekannt. Daß aber bei dieser eigenthümlichen Art von Verkohlung sich Ammoniak und Kohlenwasserstoff entwickelt, lehrt einerseits schon der Geruch und andererseits die Entstehung von Flammen bei Zutritt von Luft.

Wenn man den an verkohlenden Pflanzenresten überreichen Schlamm von Sumpfgewässern und Teichen mit einer Stange umrührt, so steigen große Blasen aus demselben in die Höhe, welche aus einem Gemenge von Kohlen-, Phosphor- und Schwefelwasserstoff bestehen.

Das letzte Product dieses Verkohlungsprocesses ist die allbekannte Torfsubstanz. Diese nun hat, so lange sie noch nicht vollständig verkohlt, also, wie man zu sagen pflegt, unreif ist, das Ansehen einer strohgelben oder gelb- bis dunkelbraunen aus lauter halbverkohlten Pflanzenresten zusammengefilzten Masse, ist aber ihre Verkohlung vollendet, also reif, dann bildet sie im ganz frischen nassen Zustande entweder einen graulich braunschwarzen, knet- und formbaren, Schlamm, welcher dem gewöhnlichen Teich- oder Sumpfschlamm sehr ähnlich ist und Schlamm- oder Baggertorf genannt wird, oder eine klebrige, seifige, schneidbare und an der Schnittfläche wachsartig glänzende, fast pechschwarz aussehende Masse, welche gewöhnlich Pechtorf genannt wird und fast keine Spur von Pflanzenresten mehr wahrnehmen läßt.

Alle Torfsubstanz, vorzüglich aber die reife, besitzt in ihrem frischen, durchnäßten Zustande eine so große Wasser-

ansaugungs- und Wasserhaltungskraft, daß sie 50 bis 90 Procent Wasser in sich aufnehmen kann, ohne es tropfenweise wieder fahren zu lassen; dabei quillt sie so lange auf, bis sie sich zuletzt in einen zarten, klebrigen, trägfließenden Schlamm verwandelt. Setzt sich dieser Schlamm, so bildet er allmählig eine so undurchlässige Ablagerungsmasse, daß alles Wasser auf ihr stehen bleibt und oft tiefe, ganz klar und durchsichtig aussehende Teiche bildet. Trocknet aber die Torfsubstanz einmal vollständig aus, dann verliert sie diese gewaltige Wasseranziehungskraft und erhält sie auch nicht wieder, wenn sie auch noch so lange unter Wasser liegt.

So lange die Torfsubstanz noch in der Entwickelung begriffen ist, entwickelt sie unaufhörlich quellsaures Ammoniak, welches sich in der von ihr angesogenen Wassermasse auflöst; sobald sie aber reif geworden ist, zeigt sie sowohl in ihrer Masse selbst, wie auch in der sie umgebenden Flüssigkeit Ammoniak und Torfsäure, ein Gemisch von Quell- und Gallus- oder Brenzsäure, welches mit Eisenoxydul eine tintenähnliche, blauschwarze Flüssigkeit bildet und dabei eine so große Begierde nach Sauerstoff zeigt, daß es nicht blos allen Schwermetalloxyden, mit denen es längere Zeit in Berührung kommt, sondern auch allen Organismenresten, z. B. Holzstämmen und Thierleichen, welche in der Torfbrühe liegen, den Sauerstoff entzieht, wodurch dieselben gegen Fäulniß geschützt und in einen angekohlten Zustand versetzt werden.

Eben in Folge dieser Sucht nach Sauerstoff ist nun aber die frische, nasse, Torfsubstanz und Torfbrühe auch ein schlechtes Düngungsmittel für den Erdboden; denn nicht genug, daß sie die Verwesung der in einem Boden vorhandenen Pflanzen und Thierreste hemmt, kann sie auch in jedem ockergelben, also Eisenoxydhydrat haltigen Lehm, Thon- oder auch Sandboden durch Auflösung seines Eisengehaltes Veranlassung zur Bildung des früher schon beschriebenen Raseneisensteines geben.

Zu allem dem kommt nun noch ihre gewaltige Wasseranziehungskraft, der zu Folge sie einen an sich schon zur Nässe geneigten thonreichen Boden zu einer wahren Sumpfung umwandeln kann. Einem sehr zur Austrocknung geneigten, sand- oder kalkreichen Boden indessen kann diese Eigenschaft der frischen Torfsubstanz doch zuträglich werden, zumal dem kalkreichen Boden, welcher es auch vermag, durch seinen Kalkgehalt die Torfmasse und ihre Säuren noch in eigentliche Humussubstanz umzuwandeln, vorausgesetzt, daß dieselbe noch nicht ganz vollständig vertorft ist. — Besser als diese reife Torfsubstanz wirkt in vielen Fällen die noch unreife, sich im ersten Stadium ihrer Vertorfung befindliche, Filztorfsubstanz. Diese, welche aus sich heraus quellsaures Ammoniak entwickelt und dabei auch Wasseranziehungs- und Wassererhaltungskraft im reichlichen Maße besitzt, bildet nicht nur unter Verhältnissen eine gute, feuchthaltende, Nahrungsmittel schaffende, Beimengung oder Unterlage für alle sand- und kalkreichen Bodenarten, sondern kann auch in lockeren, luftigen Bodenarten, zumal wenn dieselben kalkhaltig sind oder mit Kalisalzen versorgt werden, noch leicht zu eigentlicher Humussubstanz umgewandelt werden.

§. 84. Die Humussubstanzen als Bodenbildungsmittel. — Unter den, im Vorigen beschriebenen, Humussubstanzen können nur die im Wasser unlöslichen für die Zusammensetzung eines Erdbodens von Bedeutung sein. Diese unlöslichen Humusmassen nun können, ähnlich der Thonsubstanz, entweder für sich allein zusammenhängende Erdbodenlagen bilden, oder mit den mineralischen Gemengtheilen eines Bodens untermischt auftreten. Ist das Erste der Fall, dann bilden sie entweder die Decke eines Bodens oder Zwischenlagen in seiner mineralischen Masse; treten dagegen die Humussubstanzen im Gemenge mit den mineralischen Bodenbestandtheilen auf, dann zeigen sie sich theils in größeren

oder kleineren Putzen oder Fasern theils in zarten Lamellen, welche die körnigen Mineraltheile des Bodens umhüllen, theils als feines, mit den thonigen, lehmigen oder mergeligen Krumentheilen des Bodens innig und gleichmäßig untermischtes, schuppiges oder zaseriges Pulver.

Unter allen diesen Formen des Auftretens sind die gewöhnlichsten und am weitesten verbreiteten diejenigen, welche durch das alljährliche Absterben von den auf einem Bodengebiete wachsenden Pflanzen erzeugt werden; denn sie werden unaufhörlich und alljährlich von Neuem erzeugt, so lange noch Pflanzen auf einem solchen Boden wachsen; sie geben fort und fort dem Boden im erhöhten Maaße wieder, was die abgestorbenen Pflanzen während ihres Lebens mit unermüdlicher Thätigkeit dem sie tragenden Boden abgenommen und mit haushälterischer Sparsamkeit in ihren Körpergliedern angesammelt haben; sie sind demnach das Magazin, in welchem jede Pflanze die Lebensmittel für ihre Nachkommen aufgespeichert hat, sie sind daher auch unserer vollen Beachtung werth.

Was nun zunächst die auf einem Boden auftretenden Humusdecken betrifft, so entstehen sie theils aus den alljährlich absterbenden, weichen und saftigen Körpergliedern, namentlich den Blättern, theils auch aus den abgestorbenen, holzigen Theilen — den Stämmen und Aesten — der auf dem Boden lebenden Pflanzen und entwickeln sich da am vollständigsten, wo Wärme, Luft und Feuchtigkeit in gleichmäßiger Kraft auf die abgestorbenen Pflanzenmassen einwirken können. Anfangs nur aus einer Lage bestehend, vermehrt sich im Verlaufe der Jahre und bei ungestörter Entwickelung ihre Masse so, daß sie, wie dieses z. B. in den Urwäldern der heißen Zone der Fall ist, mehrere Fuß Höhe erreicht. Indessen bleibt ihre Mächtigkeit immer schwankend, da in dem Grade, wie ihre Humification vorwärts schreitet, ihre

Masse immer mehr zusammensinkt, so daß aus einer fußdicken Lage nach Verlauf eines Jahres kaum noch eine zolldicke übrig bleibt. Dabei aber wird man bei einer geregelten Entwicklung ihrer Humusmasse immer drei über einander-liegende Decken beobachten können, von denen

die oberste aus dem diesjährigen Pflanzenabfalle besteht, noch die Formen der humificirenden Pflanzentheile erkennen läßt, gelbbraun ist und den Bildungssitz für die ulminsauren Alkalien darstellt;

die mittlere aus dem vorjährigen Pflanzenabfalle besteht, nur noch wenig die ehemaligen Pflanzentheile wahrnehmen läßt, sich zu schwarzbrauner Erde zerkrümelt und der Bildungssitz für die huminsauren Alkalien ist;

die untere endlich aus den alten Pflanzenabfällen besteht, eine fast schwarze, stark moderig riechende, torfähnliche Masse bildet und aus sich heraus vorherrschend quellsaures Ammoniak entwickelt und stets naß ist, ja sogar pfuhlig werden kann.

Wo daher das Wirthschaften der Natur nicht gestört wird, da werden dem unter dieser dreifachen Humusdecke lagernden Rohboden alle möglichen humussauren Alkalien und durch dieselben auch alle möglichen Mittel zur Zersetzung seiner Mineralreste und zur Erzeugung aller Arten von Pflanzennahrmitteln dargeboten. Indessen können diese Decken doch auch zur Bildung von fauligen Wasserpfuhlen, Sumpfungen, ja selbst von Torfmooren Veranlassung geben. Wenn nemlich durch Wind oder Regenströmungen abgestorbene und schon in der Humification begriffene Pflanzenreste in feuchte, schattige oder von Gewässern durchzogene Schluchten und Buchten geführt und dicht auf einander gefluthet werden, dann tritt eine Veränderung oder „Verstockung" derselben ein, deren Endproduct sogenannter „fauliger oder sauerer Humus" ist,

welcher einem blättrigen Torfe sehr ähnlich sieht und bei vollständiger Entwässerung und Durchlüftung noch zu Huminsubstanz werden kann.

Endlich können aber auch die Humusdecken eines Bodens durch Steinschutt, welchen Wasserfluthen auf sie wälzen, ganz verschüttet werden. In Buchtenthälern, welche von steinigen Berggehängen umschlossen sind, oder auf flachen Uferländereien kommt dieses nach starken und anhaltenden Regengüssen oder bei Flußüberströmungen nicht selten vor. Sind in diesen Fällen die aufgefluthеten Schuttdecken sandiger oder steiniger Natur, dann geht die Weiterzersetzung der überschütteten Humusdecken ungehindert, wenn auch langsamer, vor sich und wirkt sogar günstig auf die Zersetzung der sie überlagernden Schuttmassen ein; bestehen aber die Schuttdecken aus feinerdigem Thonschlamme, dann tritt bei den vergrabenen Humusmassen die „faulige Gährung“ und Vertorfung ein, wenn anderes nicht ihre Schlammdecke durch Umarbeitung des Bodens gelockert und der Luft zugänglich gemacht wird.

Außer in Decken treten die Humussubstanzen auch fein zertheilt und in inniger und gleichmäßiger Untermengung mit den mineralischen Bestandtheilen eines Bodens auf. Dieses ist hauptsächlich da der Fall, wo Wasserfluthen ihren zarten Schlamm absetzen. Ströme und Flüsse, welche mit Humus wohl versorgte Ackerländereien überfluthen, nehmen bei ihrem Rückzuge stets eine größere Menge von dem leichtschlämmbaren Humusboden mit sich fort; ebenso bekommen sie durch Regenfluthen von den waldigen Gehängen der sie umgebenden Berge mit Erde untermengte Humussubstanz zugeführt; endlich bildet sich auch aus den durch den Wind ihnen zugefluthеten Pflanzenabfällen oder aus den in ihrem Bette wohnenden Wasserpflanzen fort und fort Humussubstanzen, welche sie nun bei heftigen Strömen mit Erdschlamm untermischt oft weit weg schwemmen und da, wo sie ihre Ufer

übertreten, auf den angrenzenden Bodengebieten absetzen. Indessen, wenn auch die Ströme des Festlandes da, wo sie alljährlich das sie umgebende Land überfluthen, die Ländereien mit befruchtendem Humusboden überkleiden, so vermögen sie das doch nicht in dem Maaße, in welchem die landabsetzende Meereswoge es kann. In Folge der höheren Lufttemperatur ist das Wasser des Oceans zur Zeit des Sommers angefüllt mit unendlichen Mengen verwesender Organismenreste. Wenn nun zu dieser Zeit die täglich wiederkehrende Fluthwelle beladen mit erdigen und humosen Schlammtheilen ihr flaches Gestade überschreitet, dann setzt sie all' diese Schlammtheile zwischen und über den am Strande lagernden Steinschuttmassen ab. Jede Fluthwelle bringt neuen Schlamm; jede vermehrt die Ablagerungen desselben so lange, bis dieselben so hoch geworden sind, daß sie durch später nachfolgende Wellen, wenn sie nicht durch Sturm ungewöhnlich hoch getrieben werden, nicht mehrüberfluthet werden können. Die hierdurch entstehenden und unter dem Namen der „Marschen“ allbekannten Bodenbildungen sind demnach innige und gleichmäßige Gemenge von feinzertheilter Humussubstanz und mineralischem Schlamm — sogenanntem Schlick —. Sie sind die fruchtbarsten aller Bodenarten; denn außer ihren Verwesungssubstanzen enthalten sie auch noch eine große Menge von Salzen, welche das Meereswasser in ihnen zurückgelassen hat. — Ueberhaupt aber erscheinen alle diejenigen Bodenarten, welche ihre Humussubstanzen feinzertheilt und in gleichmäßiger Untermengung mit den mineralischen Bodenbestandtheilen enthalten, fruchtbarer, als diejenigen, welche die Humussubstanzen nur zur Decke haben, weil ihr feinzertheilter Humus einerseits leichter verwest, wenn anders ihre Masse nicht gegen die Einwirkungen der Luft und des Verdunstungsprocesses verschlossen ist, und andererseits gleichmäßiger auf alle ihn umgebenden Bodentheile einwirken kann.

In der Landwirthschaft gilt daher auch die Regel: Zur Nässe geneigte, sich gegen die Luft verschließende, thonreiche Bodenmassen, müssen „langen" Dünger erhalten, welcher aus vielen Halmen und Stengeln, kurz aus Substanzen bestehen, welche den Boden locker erhalten und für die Luft und Wärme empfänglich machen; leicht erhitzbare und stark verdunstende, lockere, sand- oder kalkreiche Bodenarten dagegen müssen „kurzen" oder „nassen" Dünger bekommen, welcher sie abkühlt, feucht erhält und bindiger macht.

Je nach der Menge der in einem bestimmten Quantum mineralischen Erdbodens vorhandenen Humussubstanz unterscheidet man nun:

1) humosen Boden, welcher 5 bis 20 Procent innig beigemischter und durch Kochen mit Aetznatron auslaugbarer Humussubstanz enthält, dunkelgrau ist, aber beim Glühen lichtgrau, weißlich oder braunroth wird, sich stets feucht, dabei aber doch warm zeigt und je nach seinem mineralischen Gemenge unterschieden wird als humoser Mergelboden oder Kalkthonboden, zu welchem auch der Kleiboden der Marschen gehört, als humoser Lehmboden, zu welchem auch meistens der Schlickboden der Meeres- und Flußmarschländereien gehört; als humoser Thonboden, ein sehr zur Nässe und darum an feuchten Ablagerungsorten zur Versumpfung geneigter, zäher, schwer zu bearbeitender, aber doch fruchtbarer Boden, zu welchem wenigstens zum Theil der sogenannte Knick der Marschen und Schlämmländereien zu rechnen ist; und als humoser Sandboden, welcher theils aus mehlartigen, von feinzertheiltem Humus umschlossenen, theils aus hirsekorngroßen, von blei- oder schwarzgrauen, harzigen Humushäuten überzogenen, Sandkörnern besteht und im letzten Falle unter dem Namen „Bleisand" wegen seiner Unfruchtbarkeit berüchtigt ist.

2) Humusboden, welcher seiner Hauptmasse nach aus halb- oder ganz humificirten Pflanzenstoffen besteht, beim Glühen unter Entwickelung eines Geruches — bald nach verbrannten Federn bald nach Talg oder Wachs — 30 bis 50 Procent seiner Masse verliert und in der Regel nur in seinen untersten, unmittelbar mit dem Rohboden in Berührung stehenden, Lagen mit Mineraltheilen untermengt erscheint. Von ihm unterscheidet man wieder den eigentlichen oder milden Humusboden, welcher ganz die Eigenschaften der oben schon ausführlich beschriebenen, in voller Verwesung begriffenen, Humussubstanz besitzt; den Haidehumusboden, welcher aus der Verwesung der Haidearten entsteht, namentlich unter den Haidewäldern bisweilen fußdicke Ablagerungen bildet, beim Verbrennen unangenehm talgartig riecht, 2 bis 20 Procent durch Weingeist ausziehbares Wachsharz enthält und sich nur unter dem Einflusse von Feuchtigkeit, Kalk oder Asche allmählich in eigentlichen Humus umwandelt; — und endlich den Torfboden (Scholl- oder Bunkerde), welcher sich an der Oberfläche trocken gelegter Torfmoore, namentlich aus dem noch unreifen Torfe, entwickelt, ein filzigerdiges, fast wie zusammengehäuftes Sägemehl aussehendes, weißgraues oder gelbbraunes, säuerlich moderig, beim Glühen aber unangenehm talgartig riechendes Gemenge, welches sich unter dem Einflusse der Luft allmählich in eine pulverige, schwarzbraune, hart anzufühlende, viel Kieselsäure, aber wenig Alkalien haltige, Humusmasse umwandelt.

Die Lagerungsverhältnisse und Formationen der Bodenarten.

§. 85. Lagerorte und Mächtigkeit der einzelnen Bodenarten. — Wie in der festen Erdrinde jede einzelne

Felsart einen bestimmten Ablagerungsraum einnimmt, so hat auch jede Erdbodenart auf der Oberfläche des Erdkörpers einen bestimmten Lagerort. Die einzelne Bodenart nun kann diesen ihren Lagerort entweder noch auf derjenigen Stelle haben, an welcher sie durch die Verwitterung einer festen Gesteinsmasse entstanden ist, oder durch Stürme und Wasserfluthen von dieser ihrer Mutterstätte mehr oder weniger weggeschwemmt worden sind. Ist das Erste der Fall, ruht sie also noch auf der Oberfläche ihres Muttergesteines, dann rechnet man sie zu den Arten des Verwitterungsbodens. Ein solcher Verwitterungsboden enthält in seiner Erdkrumenmasse noch mehr oder weniger viel größere oder kleinere Reste seines Muttergesteines, sei es allein oder in Untermengung mit Humussubstanzen, und besitzt in der Regel keine große Mächtigkeit, zumal wenn er an den Gehängen von Felsbergen lagert, sei es nun, daß die Felsart, aus welcher er entstanden ist, und welche noch immer seinen Untergrund oder seine Sohle bildet, nur schwer verwittert, sei es, daß er selbst durch rutschende Schneemassen oder durch Regenströme theilweise von seiner Lagerstätte fortgefluthet wird, was zumal dann der Fall ist, wenn er nicht durch eine starke lebende Pflanzendecke gegen die Stürme der Witterung geschützt ist. In Oertlichkeiten, in welchen er sich ungehindert und vollständig hat entwickeln können, besteht er, so lange ihn das Reich der Pflanzen noch nicht vollständig in Besitz genommen hat, in der Regel

zu oberst aus einer Lage von Erdkrume, welche mit kleinem Grus seines Muttergesteines durchzogen ist, aber nicht selten auch fast nur aus Erdkrume besteht, und

darunter aus einer Lage von gröberem oder kleineren, mit Erdkrume untermengten, Steinschutt, welcher nach unten in die noch aus festem, frischem oder

halbverwitterten, Gesteine bestehende Bodensohle übergeht.

Hat aber das Pflanzenreich einen solchen Verwitterungsboden schon seit langer Zeit in Besitz, dann zeigt er

zu oberst eine mehr oder minder starke Decke von abgestorbenen, noch in der Humification begriffenen, Pflanzenresten;

darunter eine schwarzbraune, moderig riechende, feuchtwarme, erdige Humuslage;

darunter den eigentlichen Verwitterungsboden in Untermengung theils mit feinzertheiltem Humus theils mit halbzersetzten Wurzelresten;

zu unterst endlich zuerst geröllreichen Mineralboden, dann Gerölle oder festes Gestein.

Ein solcher vollständig entwickelter Verwitterungsboden ist eine wahre Nahrungsschatzkammer selbst für die ungenügsamsten Pflanzenarten, zumal wenn er aus feldspath-, glimmer-, hornblende- oder augitreichen Gesteinen entstanden ist und an Orten lagert, an denen er einerseits nicht zu sehr von den Sonnenstrahlen angegriffen wird und andererseits nicht zu viel durch Feuchtigkeit zu leiden hat. In dieser Weise erscheinen für ihn als die günstigsten Lagerstätten die sanften Gehänge, zumal in ihren unteren Regionen, und flachen Muldenthäler der Gebirge; dagegen kann er auch die Wohnsitze von Sumpfungen und Mooren bilden, wenn er auf den beckenförmigen Plateau's hoher, häufig in Wolken und Nebel gehüllter, Gebirgsrücken oder in den schluchtigen, von wilden Gebirgsbächen durchrauschten, Thälern lagert.

Der Formation des Verwitterungsbodens stehen die Bildungen des Schwemmbodens gegenüber. Während der erstere nur ein mehr lokales und hauptsächlich in Gebirgsländern, in denen noch die festen Felsgesteine ihre Massen zu Tage treten lassen, vorkommendes Gebilde ist, erscheint der

zweite in allen Gebieten der Erdoberfläche, zu denen ehedem oder noch jetzt Gewässer hingelangen können. Die Thalsohlen und Vorländer der Gebirge, die von Fließgewässern aller Art durchzogenen Auen und Ebenen, vor allen die Tiefebenen und flachen, von der Meeresfluth fortwährend überschwemmten, Strandländereien — sie alle sind hauptsächlich von Arten des Schwemmbodens bedeckt und enthalten höchstens nur da, wo eine feste Felsmasse inselförmig aus ihrer Oberfläche hervortritt, Verwitterungserde.

In der Beschaffenheit seiner Bestandesmasse und seines Untergrundes ist der Schwemmboden dem Verwitterungsboden bald ähnlich bald unähnlich. — Aehnlich erscheint er dem letztern, wenn er aus einer Erdkrumenmasse besteht, in welcher noch mehr oder minder zahlreiche Trümmer seiner Muttergesteine eingebettet liegen, und einen aus compacter Felsmasse bestehenden Untergrund besitzt. Alles dieses ist der Fall bei gar manchem Schwemmboden der Gebirgsländer; denn wenn Regenströme und Schneemassen den an den Gehängen der Berge lagernden Verwitterungsboden in die Thäler schwemmen, oder die Gebirgsbäche den ihnen durch Regenfluthen zugeführten Verwitterungsschutt da, wo sie ihre Ufer seitwärts überschreiten, absetzen — bildet sich eine Bodenformation, welche ihrem Bildungsmateriale nach einem Verwitterungsboden gleicht und sehr oft auch noch wie dieser letztere auf einem felsigen Untergrunde lagert. — In diesem Falle ist indessen der Schwemmboden von dem Verwitterungsboden dadurch zu unterscheiden, daß seine Masse

1) viel tiefgründiger ist, ja in tief einschneidenden Gebirgsbuchten oft eine mehrere hundert Fuß umfassende Mächtigkeit zeigt, wie unter anderen die tiefen Nebenthäler der Centralalpen wahrnehmen lassen;
2) nicht blos Trümmer seiner Mutterfelsart, sondern Gerölle von allen den Felsarten enthält, denen die Gewässer

Verwitterungsschutt raubten, und außerdem weit mehr verwesende Pflanzenreste umschließt;

3) sehr oft eine mehr oder weniger deutlich hervortretende Abtheilung in Schichtlagen, von denen dann die unterste die meisten und größten Gerölle, die darüberlagernden aber vorzüglich groben und feinen Sand und die obersten das meiste Erdreich besitzen, wahrnehmen läßt; und

4) sehr häufig auch eine Felsart zum Untergrunde hat, von welcher weder die Erdkrumenmasse noch die in derselben liegenden Gesteinstrümmer abstammen.

Von diesem Verwitterungs- oder Gebirgsschwemmboden, welcher unstreitig zu den fruchtbarsten Bodenarten gehört und durch die Mannichfaltigkeit seiner Pflanzenwelt ausgezeichnet ist, muß nun wohl der Tiefebenen- und Auenschwemmboden unterschieden werden.

Als ein Product der Roll-, Schwemm- und Schlämmkraft des Wassers wird er sich stets nur da in voller Entwickelung zeigen, wohin Gewässer gelangen können, und wo sie — sei es durch die schwache Neigung ihrer Fließebene oder die geringe Tiefe ihres Bettes, sei es auch durch Blöcke, Gerölle, Bäume und andere Gegenstände in ihrem Fließraume selbst oder an dessen Ufern, sei es endlich durch tief in das Uferland einschneidende Buchten — genöthigt werden, langsam zu fließen oder ganz still zu stehen, also mit anderen Worten ihre Tragkraft aufzugeben. Demgemäß wird das Material, welches die Gewässer zur Bildung des Schwemmbodens benutzen, im Allgemeinen theils aus mineralischen Verwitterungssubstanzen, theils aus halb- und ganz verwesten Organismenresten, also in seiner Hauptmasse aus Blöcken, Geröllen, Grus, Kies, Sand und Erdkrume — sei es allein, sei es in Untermengung mit Organismenresten — bestehen. Aber demgemäß wird es alle diese gerollten und geschlämmten Massen zusammen nur an solchen Orten niedersinken lassen, wo es durch

eine seiner Fließrichtung und Fließkraft sich entgegenstemmende Potenz zum Stillstande gezwungen wird, wie dieses unter anderen an der Mündung der Flüsse in tiefe Seenbecken oder auch tief ins Land einschneidenden, aber mit engem Eingange versehenen Buchten an den Ufern der Flüsse der Fall ist. Unter diesen Verhältnissen wird daher ein Fließgewässer all seinen Landesschutt nach und nach sinken lassen, so daß der aus ihm gebildete Niederschlag aus über einander liegenden Schichten und zwar zu unterst aus Geröllen mit zwischen ihnen befindlichen

Kies, Sand und Erdschlamm,
darüber aus Kies mit Sand und Erdschlamm,
darüber aus Sand mit Erdschlamm,
zu oberst nur aus Erdschlamm

besteht. — Wo dagegen ein Fließwasser nur durch die abnehmende Tiefe seines Bettes und geringer werdende Neigung seiner Fließebene zum Absatze seines gerollten und geschlämmten Materiales genöthigt wird, da bildet dieses letztere wenigstens Anfangs nicht Ueber-, sondern Nebeneinander-Ablagerungen; da bemerkt man, wie auch schon früher erwähnt worden ist,

a) in den Räumen seines Fließbettes selbst da, wo das Gewässer noch in voller Kraft dahinrauscht, wie es in den Gebirgsthälern der Fall ist, hauptsächlich grobe Blöcke und nur hinter jedem derselben eine spitz zulaufende Zunge von übereinander befindlichen Lagen von Geröllen, Sand- und Erdboden; da aber, wie es im Gebirgsvorlande der Fall ist, wo die Geschwindigkeit und Reißkraft des Gewässers abnimmt, nur noch Ablagerungen von Geröllen, Kies mit wenig Sand und noch weniger Erdboden; dann weiter in denjenigen Landesgebieten, in denen das Gewässer nur noch langsam und in großen Schlangenwindungen (sogenannten Serpentinen)

hinzieht, nur Ablagerungen von viel Sand und mehr Erdschlamm; und wo endlich nun das Gewässer, wie es in den Flachländern vorkommt, nur noch schleichend seinen Lauf fortsetzt, wenig Sand und viel Erdschlamm;

b) auf den Ländereien, welche zu beiden Seiten eines Fließwassers lagern, die größten Blöcke zunächst der Flußufer, die kleineren Gerölle hinter ihnen landeinwärts und den feinen Sand und Schlamm am weitesten vom Ufer entfernt und hauptsächlich da, wo das Uferland höher ist und die Tragkraft des Wassers am meisten schwächt, so daß auf dem Landesgebiete an den Ufern eines Gewässers mehrere Schwemmlandszonen neben und hinter einander zum Vorschein kommen, wie z. B. in folgendem Schema:

Erdzone

Sandzone

Geröllzone

Blöckezone

Fließwasser

Blöckezone

Geröllzone

Sandzone

Erdschlammzone

	Blöcke	Gerölle	Sand	Erdschlamm
Fluß	Uferland			

Die eben angegebenen Ablagerungsweisen werden indessen nur dann vorkommen, wenn ein Fließwasser all das zu ihrer Erzeugung nothwendige Material besitzt. Dieses ist aber nicht immer der Fall; vielmehr wird man bemerken, daß ein und dasselbe Gewässer nicht blos in verschiedenen, nach einander folgenden, Jahren, sondern selbst schon in den einzelnen Zeiträumen eines und desselben Jahres Ablagerungen von

sehr verschiedenem Bodenmateriale bilden kann. So setzt z. B. das Meer in kühlen, nassen Sommern vorherrschend humusarmen und in warmen Sommern namentlich humusreichen Schlick ab; ebenso bildet es innerhalb eines und desselben Jahresraumes im Winter und Frühjahre humusarme und im Sommer humusreiche Niederschläge. Nächst der mineralischen Beschaffenheit des Landesgebietes, aus welchem ein Fließwasser das von ihm zu transportirende Material erhält, üben in dieser Beziehung die Witterungsverhältnisse innerhalb eines Jahresraumes einen mächtigen Einfluß auf die Bodenbildungen durch ein Fließwasser aus. So kann es kommen, daß, während in dem einen Jahre ein Gewässer auf einer und derselben Landesstelle alle die obengenannten Bodenbildungsmaterialien auf einanderhäuft, dasselbe Gewässer im nächsten Jahre vielleicht nur eins der genannten Materialien absetzt; daß während also in dem einen Jahre von einem Gewässer Geröll-, Sand- und Erdkrumenlagen regelrecht über einander abgesetzt worden sind, im nächsten Jahre nur Gerölle und Sand oder auch nur Erdschlamm niedergeschlagen werden. Ja es kann sogar der Fall eintreten, daß ein Gewässer trotz der günstigsten Witterungsverhältnisse eine Reihe von Jahren hindurch gar kein Bodenbildungsmaterial absetzt und dann auf einmal wieder Niederschläge bildet. Hat z. B. Regenwasser von kahlen Berggehängen alle Verwitterungsproducte so abgespült, daß das nackte feste Felsgestein des Berges zum Vorschein kommt, dann kann es so lange den Fließgewässern kein Material zum Transport überliefern, als sich nicht eine neue lose Verwitterungsmasse auf der Oberfläche des Berges gebildet hat. Ebenso kann das Regenwasser der Oberfläche von Bergen oder Hügeln nichts mehr rauben, wenn dieselbe mit einer dichten, das Fortschlämmen des Erdbodens hindernden, Pflanzendecke versehen worden ist. Welchen Einfluß in

dieser Beziehung die Bepflanzung der Berge mit Wäldern ausübt, ist allbekannt.

Alles dieses vorausgesetzt, wird man bei allen, durch das Wasser zusammengefluthеten Erdbodengebieten folgende Erscheinungen beobachten:

1) Da der Schwemmboden durch Wasserfluthen erzeugt worden ist, so muß er vor allem aus Substanzen bestehen, welche sich durch Wasser leicht fortbewegen lassen, also hauptsächlich aus feinem Sand, Thon, Lehm, Mergel und feinzertheilten Humussubstanzen. Unter diesen Bildungsmaterialien werden die nicht schlämmbaren, wie der Sand, in der Regel die untersten; die leicht schlämmbaren, wie Thon mit Humus, die obersten Lagen bilden. Da aber, wo die Gewässer mit voller Wucht wirken können, wie z. B. in den, mit stark abfallender Sohle versehenen Thälern und Vorlandsgebieten der Gebirgsländer oder an dem flachen Strande des Meeres, da bilden in der Regel Gerölle, ja oft sogar Blöcke die unterste Lage des Schwemmbodens. Dieser grobe Steinschutt stellt dann eine Art Fangnetz dar, welches allen sandigen und erdigen Schutt des ihn überfluthenden Wassers zurückhält und so die Schwemmlandsbildung befördert.

2) Ist ein Schwemmboden nur durch eine einmalige Wasserfluth entstanden, dann besteht er auch nur aus einer einzigen Ablagerungsmasse. Diese letztere aber kann nun wieder entweder nur aus einem einzigen Bodenbildungsmittel, z. B. nur aus Thon oder nur aus Sand, oder aus mehreren, Lagen verschiedenartiger Bodensubstanzen, bestehen, welche dann in bestimmter Ordnung, je nach ihrer verschiedenen Schwere und Schwemmbarkeit mehrere über einander folgende Ablagerungen bilden. Ist das Erste der Fall, dann nennt man ein Schwemm-

landsgebiet eine einfache Bodenformation; besteht dagegen ein solches Schwemmlandsgebiet aus mehreren über einander lagernden, verschiedenen Schichtmassen, dann bildet sie eine zusammengesetzte Bodenformation.

3) Eine einfache Bodenformation wird also nach dem eben Mitgetheilten nur aus einer einzigen Bodenart, sei es nun aus einer einfachen Erdkrumenart, sei es aus einem Gemenge von Erdkrume mit Sand, Geröllen oder Organismen, gebildet. Sie lagert gewöhnlich auf festem Gesteine oder auch auf einer mehr oder minder mächtigen Masse von Geröllen und zeigt sich am meisten an Orten, an denen gegenwärtig kein Gewässer mehr fließt und zu denen auch unter den gewöhnlichen Verhältnissen keine Wasserfluth mehr gelangen kann. Zu diesen einfachen Bodenformationen gehören unter anderen die oft gewaltigen Thon- und Lehmablagerungen in Thälern und Buchten, welche mehr oder minder weit von allen jetzigen Fließwassern entfernt liegen. Indessen ist der Verwitterungs-Schwemmboden in den Thälern und Vorländereien der Gebirge, selbst wenn er nur aus einer einzigen Bodenbildungsmasse besteht, nicht hierher zu rechnen, weil er sich mit Hülfe von Regengüssen noch fortwährend verändert, sei es nun, daß ihm durch diese neues Bildungsmaterial zugeleitet, sei es, daß ihm von seiner Bestandesmasse geraubt wird.

4) Eine zusammengesetzte Bodenformation läßt dagegen stets mehrere über einander befindliche, ihrer Bildungsmasse nach verschiedenartige, Ablagerungen bemerken, so z. B.

von oben nach unten: Einfache Lehm-, Thon- oder Mergellage,
darunter: sandige Lehm-, Thon- oder Mergellage,
darunter: lehmige, thonige oder mergelige Sandlage,

darunter: mehr oder minder mächtige einfache Sandlage,
zu unterst: Gemenge von etwas Erdkrume oder Sand mit einer starken Geröllage;

oder wie an den Warfen in Ostfriesland:

zu oberst: Klei (mergelig),
darunter: Knick (fettthonig),
darunter: Darg (alter Torf),
darunter: Sand oder Lehm,
zu unterst: Grober, ockergelber Sand (Geest);

oder auch, wie im Werrathale bei Eisenach:

humoser Lehmboden,
humusarmer, fetter Lehm,
humusloser, sandiger Lehm,
lehmiger Sand,
reiner Sand,
Felsunterlage.

Unter diesen verschiedenen Ablagerungsmassen, welche als die Anschwemmungsproducte von einer einzigen oder auch von der Thätigkeit der Wasserfluth innerhalb eines bestimmten Zeitraumes, z. B. eines Jahres, zu betrachten sind, erscheinen in der Regel die erdkrume- und humusreichen als oberste, die erdkrumearmen, sand- oder geröllreichen als die untersten Ablagerungen. Nun kommt es aber auch vor, daß über den oberen erdkrumereichen Ablagerungen wieder sand- oder geröllreiche, also über den leicht schwemmbaren wieder schwer schwemmbare auftreten, ja daß sich diese Wechsellagerung von Erdkrume und Sand oder auch Geröllen mehrfach wiederholt, wie z. B.

im Hörselthale bei Eisenach, wo

I. { humusreicher Lehm,
humusleerer, sandiger Lehm,
Sand

II. { humusreicher Lehm,
humusleerer, sandiger Lehm,
Sand }

III. { humusreicher Lehm,
humusleerer, sandiger Lehm,
Sand }

dreimal über einander folgen, oder wie bei Emden, wo in einem Vorloche

I. { Marsch,
Darg (alter Torf),
bituminöser Sand, }

II. { Marsch,
Darg,
bituminöser Sand }

u. s. w.

viermal über einander folgen. Ist dieses der Fall, dann muß man annehmen, daß die Bildungsverhältnisse, unter denen sich eine zusammengesetzte Bodenformation (z. B. die unter III angegebene) in einem gegebenem Zeitraume entwickelt hat, sich in den darauffolgenden Zeiträumen immer und immer so wiederholten, daß sich auf der im ersten Zeitraume gebildeten einfach zusammengesetzten Formation I in jedem darauffolgenden Zeitraume eine II., III. u. s. w. Formation in ganz derselben Bildungsweise absetzen konnte. Ein solches aus mehreren einfach zusammengesetzten Formationen bestehendes Bodengebiet nennt man dann eine mehrfach zusammengesetzte Formation oder eine Bodengruppe.

Wie wir im Vorstehenden gesehen haben, so bilden die Fließgewässer eine äußerst wichtige Rolle bei der Bildung derjenigen Massen der Erdoberfläche, welche den Wohnsitz der Pflanzenwelt und durch diese des Thier- und Menschenreiches darstellen sollen. Indessen strenggenommen dürfen wir die

Gewässer eigentlich nicht als Bodenbildungsmittel, sondern nur als die Gehülfen der schaffenden Natur ansehen, welche das Bodenmaterial, was die Verwitterungsagentien aus festem Gestein präparirt haben, transportiren und dann an denjenigen Stellen der Erdoberfläche, wo Lücken ausgefüllt und neue Landesmassen geschaffen werden sollen, anhäufen und ausbreiten. Und so darf es uns nun auch nicht auffallen, daß die Gewässer diejenigen Bodenablagerungen, welche sie in dem einen Zeitraume an einer Stelle der Erdoberfläche abgesetzt haben, in einer späteren Zeit vielleicht wieder wegfluthen, wenn diese Stelle an dem Ufer eines Gewässers lagert und in sanft geneigter Ebene gegen das letztere abfällt; denn in diesem Falle wird jede Fluth, welche von ihrem Bette aus die Bodenstelle überschwemmt, bei ihrem Rückzuge all das leicht abschlämmbare Erdreich von seinem Lageorte mit sich fortführen, so daß am Ende nur die schwerer transportirbaren Massen des gröberen Sandes und der Gerölle zurückbleiben. Gar manche Erdstrecke am Strande des Meeres ist in dieser Weise aus fruchtbarem Culturlande zu unfruchtbarem Sandgehäufe geworden. Wer denkt dabei nicht an die, unter dem Namen der „Geest" übel berüchtigten, Sandwellen, welche das Flachlandsgebiet des nordwestlichen Deutschlands durchziehen? Aber nicht blos am Gestade des Meeres oder an den Ufern der Flüsse bemerken wir diesen Erdbodenraub durch die Gewässer, sondern auch, wie oben schon bemerkt worden ist, an den Gehängen der Berge, denen ja jeder starke Regenguß die Erdkrume so lange entführt, als noch irgend eine Spur derselben zu entreißen ist. — Nur da, wo die Natur das erst vom Wasser geschaffene Land mit einer kräftigen Pflanzendecke, — deren einzelne Individuen fest an einander schließen, wie zu gegenseitigem Schutz und Trutz, und einerseits mit ihrem weit und breit umherkriechenden Wurzelnetze alle Krumen ihres Bodens fest zusammenklammern und an-

dererseits mit ihren zähen Stengeln und Zweigen die Kraft des überfluthenden Wassers nicht nur brechen, sondern auch die von ihm schon geraubten Erdkrumentheile wieder abnehmen, — gegen die Angriffe des Wassers verschlossen hat, — nur da kann das vom Wasser geschaffene Bodengebiet sich nicht nur erhalten, sondern auch noch weiter entwickeln, wenn anders nicht der Mensch störend in den Haushalt der Natur eingreift oder die Strömungen der Atmosphäre die Entwickelung eines Bodengebietes und seiner Pflanzendecke zerstören oder doch in ihrer Natur ganz verändern.

Ja, diese Fluthungen der atmosphärischen Luft, zumal die unter dem Namen der Sturmwinde und Orkane gefürchteten, üben auf die Bildung und Veränderung eines Bodengebietes einen sehr großen, ja in mancher Beziehung einen größeren Einfluß als selbst die Gewässer aus. — Die über die Meeresfläche hin zum angrenzenden Lande fluthende Luft führt dem dürren Felsboden der weißen Kreide- oder Kalkküste ebenso wie den sterilen Sandwellen am flachen Meeresstrande nicht nur den mit Salztheilen mancher Art beladenen Meeresdunst, sondern auch unzählige Keime von Flechten zu, mittelst deren die unfruchtbaren Steinmassen der Küsten zur Bildung von Erdboden angeregt und befruchtet werden; leider aber häufen auch dieselben Luftströmungen den leichtbeweglichen Sand des Strandes zu den unwirthbaren Hügelreihen der Dünen auf und wandeln dann mit deren Sand nicht blos die angrenzenden, sondern auch die weiter landeinwärts liegenden Culturländereien in öde Wüsteneien um, füllen aber auch mit eben diesem Sande Seebecken und Moore aus, so daß aus ihnen ergiebige Bodengebiete werden. In Nord-, West- und Süddeutschland sind die Bodenformationen, welche unter einer massigen, humosen Sandbodendecke und lehmigem Sandboden eine Unterlage von verrottetem Torf (Darg) besitzen, keine Seltenheit. — Die Luftströmungen

aber führen ferner auch die von tobenden Vulcanen in die Höhe geschleuderten Wolken vulcanischer Asche weit weg und bilden mit denselben über weite Strecken Landes hin eine oft viele Fuße mächtige, im Verlaufe der Zeit zur fruchtbaren kalkig lehmigen Erdkrume zerfallenden, Bodendecke. — Die Luftströmungen endlich entführen den kahlen Gehängen der Kalkgebirge pulverige und staubige Kalktheile und streuen sie über thonige und lehmige Ländereien der Thäler aus, so daß ihr Boden mergelartig wird; aber sie rauben auch dem, in der Hitze des Sommers staubig gewordenen, thonig sandigen Ackerboden so viel von seinem Thongehalte, daß er zuletzt ganz sandig erscheint. Kurz, die Strömungen der atmosphärischen Luft wirken ebenso an den Veränderungen eines Bodengebietes, wie die Fluthungen des Wassers; sie wirken aber gewöhnlich nur heimlicher und allmählicher und erscheinen uns darum in ihren Wirkungen nicht so bedeutsam wie die gewöhnlich gewaltsam losbrechenden und rasch alles Land verschlingenden Fluthen des letzteren.

Der Erdboden und die Pflanze.

§. 86. Allgemeine Lebensansprüche der Pflanze. — Wer die Vegetation eines Landesgebietes mit verschieden gestalteter Oberfläche und verschiedenen Bodenarten genau beobachtet, der wird schon bald bemerken, daß nicht überall in diesem Gebiete ein und dieselben Pflanzenarten auftreten, sondern

1) daß der kalkreiche Boden andere Pflanzenarten trägt, als der kalklose, der sandreichere andere als der sandlose, der humusreiche andere als der humusleere, mit einem Worte, daß „nicht jeder Boden vermag, auch jegliche Pflanze zu pflegen“;
2) daß ein und derselbe Boden an der Sonnenseite der Berge andere Pflanzenarten zeigt als an der Schatten-

seite derselben, auf sonnigen, trocknen Bergplateaus wieder andere wie in schattigen, feuchten Thälern, — kurz, daß er in verschiedenen Lagen auch verschiedene Vegetation darbietet;

3) daß, wenn auch ein und derselbe Boden in verschieden-beschaffenen Oertlichkeiten gleiche Pflanzenarten producirt, diese dann doch nicht in gleichstarker Entwickelung ihrer Körperglieder auftreten;

4) daß es aber doch auch Pflanzenarten giebt, welche gleich gut auf allen Bodenarten gedeihen, wenn diese letzteren nur eine ihnen zusagende Lage besitzen;

5) daß endlich nicht alle Pflanzenarten einer Gegend in einer und derselben Zeit des Jahres blühen und Früchte tragen, sondern sich in dieser Beziehung verschieden zeigen, einerseits nach der Temperatur einer Jahreszeit, andererseits aber auch unter sonst gleichen Verhältnissen nach der Bodenart, auf welcher sie wohnen, und nach der Beschaffenheit der Localität, in welcher sie auftreten.

Alle diese Vegetationsverhältnisse deuten offenbar darauf hin, daß jede Pflanze bestimmte, aber je nach ihrer Art verschiedene Ansprüche an ihre Umgebung macht, wenn sie unter dem Einflusse dieser letzteren leben und vollständig gedeihen soll. In der That bedarf jede Pflanze zur vollkommenen Entwickelung aller ihrer Körperglieder vor allem einen Raum, in welchem sie die Körperglieder ihrer Natur gemäß entfalten und sich mit ihrer Wurzel befestigen kann gegen die von Außen her auf sie eindringenden Stürme, sodann ein bestimmtes Maaß von Wärme, Luft und Feuchtigkeit, endlich aber auch gewisser Nahrungsmittel von verschiedener Art oder Menge. Da sie sich nun nicht, wie das Thier, willkürlich bewegen und die Mittel zur Befriedigung ihrer Lebensansprüche aufsuchen kann, sondern in dem Boden und an dem Orte,

wo sie sich von ihrer Geburt an befestigt hat, für ihre ganze Lebenszeit bleiben muß, so folgt daraus von selbst, daß sie die Befriedigung dieser ihrer Lebensansprüche von ihrem einmal gewählten und gewissermaßen mit ihr fest gewachsenen Wohnsitze begehrt; kann dieser sie nun nicht in der von ihr gewünschten Art und Weise befriedigen, so verkümmert und stirbt sie ab oder sucht sie im günstigsten Falle ihre Körperglieder so umzuformen, daß sie befähigt werden, aus dem für ihr Gedeihen ungünstigen Wohnsitze doch noch die für die Erhaltung ihres Lebens nothwendigen Lebensagentien zu erhalten.

Die Landschaft oder das Gebiet der Erdoberfläche also, in welchem eine Pflanzenart ihren Wohnsitz aufgeschlagen hat, sollen der Pflanze alles das gewähren oder ersetzen, was das ewig bewegliche Luftmeer einerseits mit seiner beständig wechselnden Menge von Kohlensäure und Feuchtigkeit und andererseits mit seinen schwankenden Temperaturverhältnissen ihr nicht bieten kann. Das Landesgebiet, in welchem eine Pflanze wohnt, ist demnach seiner Lage, Oberflächenform, Feuchtigkeit und Bodenart nach der Regulator, durch welchen alles das, was die Sonne, das Luftmeer und überhaupt das Klima einer Gegend der Pflanzenwelt nicht in dem ihr nöthigen Maaße gewähren kann, ersetzt oder doch in der Weise ihr dargereicht werden soll, wie sie es zu ihrem Gedeihen braucht. Wenn nun aber auch die Oberflächenform, Lage und Feuchtigkeit eines Landesgebietes das Klima eines Pflanzenwohnsitzes im Allgemeinen regeln, so ist ein solches Landesgebiet für sich allein doch nur erst das Magazin, in welchem alle die Materialien, mit denen die Pflanze sich erhalten soll, niedergelegt und angesammelt werden; der eigentliche Regulator aller Lebensverhältnisse einer Pflanze selbst aber ist, wie auch schon §. 69 angedeutet worden, dann der in diesem Gebiete auftretende Erdboden.

§. 87. **Verhalten des Erdbodens zur Pflanze.** — Betrachtet man die Landschaft, in welcher eine Pflanzenart ihre Heimath gefunden hat, als eine Stadt oder ein Dorf, so ist nun der Erdboden das Haus, in dessen einzelnen Räumen diese Pflanzenart ihren eigentlichen Wohnsitz hat. Als solcher muß er nun seiner Bewohnerin, wenn sie anders in ihm sich behaglich fühlen soll, vor allem so viel Raum gewähren, als sie nöthig hat, um ihre Wurzeln nicht nur gegen die Stürme der Atmosphäre und die Fluthen des Wassers zu befestigen, sondern auch ihrer Natur gemäß entfalten zu können, sodann aber muß er die Temperaturverhältnisse der Atmosphäre und namentlich seiner näheren Umgebung so reguliren, daß die in ihm wurzelnden Pflanzen dasjenige Maaß von Wärme, was sie zu ihrem Wohlbefinden brauchen, auch dann noch erhalten, wenn Sonne und Umgebung ihnen dasselbe nicht mehr gewähren können. Ferner muß er aber auch noch die Eigenschaft besitzen, aus der Atmosphäre und seiner Umgebung soviel Wasser anzusaugen, als die ihn bewohnenden Pflanzen zu ihrem Ernährungsprozesse nöthig haben, und dasselbe auch bis zu einem bestimmten Maaße festzuhalten, so daß seine Pflanzen in Zeiten, wo ihnen die Atmosphäre kein Wasser darreichen kann, von ihm noch wenigstens mit dem zur Befriedigung ihrer Lebensbedürfnisse nöthigsten Wasser versorgt werden. Endlich muß er ja auch das Magazin bilden, in dessen Masse sich nicht nur die Materialien zur Erzeugung neuer Pflanzennahrmittel, sondern auch die Vorrathskammern befinden, in welchen die durch das Wasser und die Luft von Außen her eingeführten Nahrstoffe aufgespeichert werden, — und bei allem dem soll er nun auch einer jeden in ihm wurzelnden Pflanze nicht nur die Art, sondern auch die Menge der ihr gebührenden Nahrung gewähren.

Der Erdboden hat demnach viele Pflichten gegen die ihn bewohnenden Pflanzen zu erfüllen. In welcher Weise und

durch welche Mittel er nun alle diese Pflichten erfüllt, wollen wir im Folgenden untersuchen.

§. 88. **Der Erdboden als Wohnungsraum für die Pflanzen.** — Wie eben schon erwähnt worden ist, so soll der Erdboden in seiner Masse den Wurzeln der ihn bewohnenden Pflanzen nicht blos einen Raum gewähren, in welchem sie sich ihrer Natur gemäß strecken und allseitig ausdehnen können, sondern auch eine Substanz darbieten, welche sie auch mit ihren zartesten Wurzelfasern leicht durchdringen können. Der **Wurzelausbreitungsraum** eines **Bodens** nun **wird bedingt durch** die **Stärke, Tiefe oder senkrechte Mächtigkeit seiner Ablagerungsmasse.**

In der Praxis des Land- und Forstwirths unterscheidet man in dieser Beziehung **flachgründigen** (1—6 Zoll tiefen), **mittelgründigen** (6—9 Zoll tiefen), **tiefgründigen** (9—12 Zoll tiefen) und **sehr tiefgründigen** (über 12 Zoll tiefen) Boden.

Die **Durchdringlichkeit** eines **Bodens** aber **hängt ab von der Art seiner Massentheile.** Je sandiger ader kalkiger eine Erdkrumenmasse ist, um so lockerer und leichter durchdringbar ist sie; je mehr dagegen Thonsubstanz in ihr vorherrscht, um so zäher, anklebender und schwerer zu durchdringen erscheint sie; ja die sehr thonreichen Bodenarten sind im ganz ausgetrockneten Zustande so hart, daß sie namentlich für zartere oder weichere Pflanzenwurzeln fast undurchdringlich erscheinen, während sie im ganz von Wasser durchdrungenen Zustande so weich schlammig werden, daß sie kurzästigen und zarteren Wurzeln keinen festen Haftpunkt gewähren.

Wo nun die Natur frei und ungehindert wirthschaften kann, da pflanzt sie

a) auf **flachgründige** Bodenablagerungen

1) mit leicht zu durchdringender, fein sandiger oder kalkiger, nur im ganz durchfeuchteten Zustande bindiger werdenden, Masse nur Gewächse mit oberflächlich ziehenden, nach allen Seiten hin sich mit zahlreichen, langen Zweigen strahlig ausbreitenden Wurzeln, welche mit unendlich vielen Seitenzasern jedes Sandkörnchen und Krümchen umklammern, um hierdurch ihrer Pflanze einen festen Haftpunct zu gewähren.

2) mit mehr bindiger, sandig lehmiger, thonigkalkiger oder auch mergeliger, schon mehr Halt gewährender, Erdkrume Gewächse mit zwar kurzen, aber ast- und faserreichen Büschelwurzeln, welche nach allen Seiten hin mehr oder weniger zahlreiche, lange Ausläufer und an jedem Ende dieser letzteren wieder ein Wurzelbüschel treiben.

Bei dieser ihrer Pflanzweise zeigt aber die Natur noch die Sorgfalt, daß sie auf alle flachgründigen Bodenablagerungen vorherrschend gesellig wachsende Pflanzen bringt, welche sich stark vermehren und eben hierdurch sehr bald auf ihrem Standorte eine dichte Decke erzeugen, durch welche die Masse ihres armen Bodens einerseits gegen die auseinandertreibende Kraft des Windes und andrerseits gegen die austrocknende Kraft der Sonne geschützt wird. — Nur da, wo ein solcher flachgründiger Boden einen brüchigen oder vielfach zerklüfteten Felsuntergrund besitzt, kommen dann auch noch ungenügsamere Gewächse mit nach der Tiefe ziehenden Pfahlwurzeln vor.

b) Auf einem mehrtiefgründigen, 6—12 Zoll mächtigen Boden, wie er z. B. in den Gebirgsländern auf niedern Bergplateaus mit leicht verwitternden Gesteinsmassen, an den sanft geneigten Berggehängen oder auch in den

Thälern mit sanft abfallender Sohle vorkommt, da hat die Natur eine reichere und buntere Pflanzencolonie gegründet; da sind hauptsächlich Kräuter mit Büschelwurzeln zu finden.

1) Ist nun die Bildungsmasse eines solchen Bodens sehr sandreich, dann zeigen sich auf ihm namentlich gesellig wachsende Pflanzen mit schon tiefer in die Bodenmasse eindringender, schwer ausziehbarer, sehr stark verästelter, äußerst zaserreicher, Büschelwurzel (Filzwurzel), aber oft auch mit langbüscheliger, seitlich zahlreiche, lange Ausläufer treibender Wurzel, aus deren Stock dann nicht selten auch noch mehr oder weniger lange, beblätterte, auf der Oberfläche des Bodens umherkriechende und abwärts Klammerwurzeln in die Erde treibende, Stengel hervortreten. — Haiden- und Borstengräser siedeln sich am liebsten auf einem solchen Boden an.

2) Ist dagegen die Masse eines mittelgründigen Bodens lehmig oder mergelig, dann bildet sie die Heimath vorzüglich von Staudengewächsen mit leicht ausziehbarer, einfacher, kurzästiger, wenig oder keine Ausläufer treibender, Wurzel und freudig grünen, saftigen Blättern. Unsere guten Wiesengräser und unter den Holzgewächsen die meisten Sträucher, sowie unter den Bäumen die Eschen, Bergahorne und überhaupt die vorherrschend wagrecht ziehende Wurzeln treibenden treten vorzüglich im Bereiche eines solchen Bodens auf.

c) Auf einem sehr tiefgründigen Boden endlich, wie er sich z. B. in großen Gebirgsmulden, sanftgeneigten, breiten, von Bächen durchzogenen, Auen der Gebirgsvorländer und namentlich am Meeresstrande sowie in den von zahlreichen Flüssen gespeisten Flachländern zeigt,

da ist die Heimath der mit mächtiger Pfahlwurzel tief in die Bodenmasse eindringenden Gewächse. Nur wenn dieser Boden allzu sandreich ist, zeigen sich vorzugsweise Pflanzengeschlechter in ihm, welche außer einer tiefeingreifenden Pfahlwurzel auch zahlreiche, lange, nach allen Seiten hin sich wagrecht ausstreckende, Wurzeläste treiben. Und ist er zu thonreich, dann kommen namentlich Gewächse zum Vorschein, welche von ihrem Wurzelstocke aus mit mehreren langen, peitschenförmigen, Wurzelstämmen in den Tiefen, ihres immer zur Nässe geneigten und darum leicht schlammig werdenden, Wohnsitzes festere Haftpuncte suchen, die auch nie so stark austrocknen, und so fest werden, daß sie die Wurzeln der den thonreichen Boden bewohnenden Gewächse zerquetschen oder zerreißen. — Außerdem aber bietet der tiefgründige Boden, zumal der thonigsandige, lehmige und mergelige, den verschiedensten Pflanzengeschlechtern den behaglichsten Wohnsitz; denn in seiner Masse ist Raum genug für die Ausbreitung aller Arten von Wurzeln.

§. 89. Der Erdboden als Temperatur-Vermittler. — Die Atmosphäre wird als der Wärmespender für die Pflanzenwelt betrachtet; sie ist es in der That auch, sobald sie erst durch die festen Massen des Erdkörpers dazu befähigt worden ist. Vermöge ihrer leicht durchdringbaren, in ewiger Bewegung befindlichen, Gasmasse kann sie nemlich weder den sie durchdringenden Strahlen der Sonne ihre Wärme entziehen, noch die ihr zugesendete Wärme festhalten. Soll sie daher warm erscheinen, so müssen ihr die festen Körper der Erdoberfläche, mit denen sie in Berührung steht, von der, in ihnen erst durch die Sonnenstrahlen erzeugten, Wärme unaufhörlich mittheilen. Indem nun aber diese erst dann von ihrer Wärme an die Atmosphäre abgeben, wenn sie selbst sich zuvor mit Wärme gesättigt haben, so folgt daraus

von selbst, daß die Atmosphäre nicht zu allen Zeiten des Jahres soviel Wärme besitzen und an die Pflanzenwelt abgeben kann, als diese zu ihrem Gedeihen braucht. Soll daher das Reich der Gewächse überall auf Erden gedeihen, so muß ihm auch überall ein Mittel geboten werden, welches nicht blos die Atmosphäre mit der ihm nöthigen Wärme versorgt, sondern auch die Eigenschaft besitzt, soviel Wärme in sich anzusammeln und festzuhalten, daß es auch in denjenigen Zeiten des Jahres, in welchen die Sonne nur sehr wenig oder gar keine Wärme in einer Gegend der Erdoberfläche erzeugen kann, wenigstens den Wurzeln der Pflanzen noch soviel Wärme spenden kann, als zu ihrer Lebenserhaltung nothwendig ist. Dieses Mittel ist der Erdboden.

Dreierlei hat demnach der Erdboden als Temperatur-Vermittler zu thun: Er soll Wärme erzeugen; er soll die Atmosphäre erwärmen; er soll aber auch für sich selbst soviel Wärme ansammeln und festhalten, als für die Erhaltung des Lebens der in ihm wurzelnden Pflanzen nöthig ist.

Wohl die meiste Wärme entsteht im Erdboden dadurch, daß seine Massetheile die auf sie eindringenden Wärmestrahlen der Sonne mehr oder weniger in sich aufzusaugen und festzuhalten vermögen. Aber der Erdboden kann auch der erst von ihm erwärmten Luft die Wärme wieder entziehen. Und endlich kann sich auch in seiner Masse selbst mehr oder weniger Wärme entwickeln. Unter welchen Verhältnissen dieses alles geschieht, wollen wir jetzt untersuchen.

1) Von der Sonne erhält der Erdboden die Wärme durch Strahlung. Nun aber ist nicht jede Bodenart gleich stark empfänglich für die strahlende Wärme. Am schnellsten und stärksten nimmt der vorherrschend aus Sand bestehende Boden diese Wärme auf, aber er strahlt sie auch schnell und stark wieder aus, sobald das Wärme spendende Tageslicht verschwindet. Solche sandreiche Boden-

arten werden sich demnach während des Tages sehr stark erhitzen, aber in der Nacht auch wieder sehr stark abkühlen, indem sie dann alle ihre Wärme an die Atmosphäre abgeben. Anders ist es mit den kalkreichen Bodenarten. Diese nehmen die Wärmestrahlen der Sonne nur langsam auf, aber sie halten sie dann auch lange fest, so daß sie auch des Nachts warm bleiben. Da nun die Thaubildung von der Temperatur des Erdbodens abhängt, indem eine mit Wasserdunst gesättigte Luftmasse nur dann ihren Dunst zu Wassertropfen verdichtet, wenn sie mit einem stark abgekühlten Boden, welcher ihrem Dunste rasch alle Wärme entzieht, in Berühung kommt, so wird demgemäß auch unter sonst gleichen Verhältnissen der sandreiche Boden sich am stärksten, der kalkreiche aber am schwächsten oder gar nicht mit Thau beschlagen. Welchen Einfluß dieses aber auf die Pflanzenwelt eines Bodens ausübt, werden wir später zeigen. — Die thonreichen Bodenarten endlich verhalten sich gegen die Wärmestrahlen in zweifacher Weise, je nachdem ihre Masse ganz ausgetrocknet oder ganz durchnäßt ist. Im ganz ausgetrockneten Zustande nehmen sie nemlich die Wärmestrahlen der Sonne ähnlich dem Sande sehr stark auf, halten sie aber auch lange fest: im ganz durchnäßten Zustande dagegen nehmen sie wohl auch die Wärmestrahlen stark auf, aber dieselben bleiben wirkungslos für die Bodenmasse selbst, indem das in ihr befindliche Wasser alle Wärme in sich verschluckt, um verdunsten zu können, und dann bei seiner Verdunstung dieselbe mit sich fortnimmt, weshalb auch durchnäßte Bodenarten immer kalt sind.

In mancher Beziehung abgeändert wird dieses Verhalten der genannten Bodenarten gegen die strahlende Wärme durch die Farbe ihrer Masse, indem z. B. weißer Sand die angesogenen Wärmestrahlen weit fester hält, sich in der Nacht nicht so stark abkühlt und darum auch nicht so stark bethaut, als ockergelber, brauner oder dunkelgrauer Sand; und ebenso

dunkelgefärbter Kalk sich leichter abkühlt und darum auch mehr bethaut, als hellgefärbter. Ueberhaupt kann man sagen, daß alle dunkelgefärbten Bodenarten durch die Wärmestrahlen der Sonne sich weit stärker erhitzen, aber auch schneller abkühlen, als hellgefärbte, wenn anders nicht die dunkele Färbung von reichlich beigemengten Humussubstanzen herrührt; denn diese Substanzen besitzen, wie wir weiter unten noch sehen werden, das Vermögen bei ihrer Zersetzung aus sich heraus Wärme zu entwickeln und in dieser Weise auch einen an sich leicht kalt werdenden Boden warm zu erhalten.

Endlich wird aber auch noch das Verhalten einer Bodenart gegen die strahlende Wärme abgeändert durch die Substanzen, welche die Decke seiner Oberfläche bilden. Sind diese Substanzen von der Art, daß sie selbst die Wärmestrahlen gierig aufnehmen, aber auch festhalten, oder daß sie selbst in ihren Massen Wärme entwickeln, dann werden sie einerseits den sich rasch erhitzenden, aber auch schnell wieder abkühlenden Sandboden immer mäßig warm erhalten, aber auch andererseits den lang heiß bleibenden Kalkboden mehr kühl und in Folge dessen auch feucht erhalten.

2) Der Boden erhält nun aber, wie auch oben schon angedeutet worden ist, nicht blos durch die Sonne, sondern auch durch die mit ihm in Berührung stehende Luft und Bodendecke Wärme. Gegen diese Art der Erwärmung, welche stets vor sich geht, sobald ein warmer Körper mit einem kälteren in Berührung kommt, verhält sich indessen die Masse eines Erdboden anders wie gegen die strahlende Wärme. Während nemlich der vorherrschend aus Sandkörnern bestehende oder dunkelgefärbte Boden die strahlende Wärme sehr rasch in sich aufnimmt, aber auch schnell wieder ausstrahlt, entzieht derselbe Boden der mit ihm in Berührung stehenden warmen Luftschichte oder Bodendecke

die Wärme nur langsam, hält sie dann aber auch lange in sich fest und bleibt in Folge davon auch lange warm, und während der mehr feinkrumige oder pulverig und hellgefärbte Boden die strahlende Wärme nur langsam in sich aufnimmt, aber dann auch lange in sich festhält, entzieht derselbe Boden der Luft und Bodendecke rasch die Wärme, gibt sie aber auch schnell wieder an seine Umgebung ab. Bei dieser Art von Erwärmung findet also das Gegentheil von der durch Strahlung mitgetheilten Wärme statt, wie folgendes Schema versinnlichen wird:

Ein Erdboden, welcher

sandreich ist, also eine körnige Masse hat und:				sandarm ist, also eine feinkrumige pulverige oder dichte Masse hat und:			
hellgefärbt ist, wird durch		dunkelgefärbt ist, wird durch		hellgefärbt ist, wird durch		dunkelgefärbt ist, wird durch	
Sonnenwärme	Luftwärme	Sonnenwärme	Luftwärme	Sonnenwärme	Luftwärme	Sonnenwärme	Luftwärme
langsam erwärmt u. bleibt lange warm.	schnell erwärmt und gibt die Wärme bald ab.	schnell erwärmt und schnell wieder abgekühlt.	langsam erwärmt u. bleibt lange warm.	langsam erwärmt und bleibt lange warm.	schnell erwärmt u. auch bald wieder kühl.	schnell warm und schnell kühl.	langsam warm u. bleibt warm.

In vielen Fällen würde dieses eigenthümliche Verhalten des Bodens gegen Sonnen- und Luftwärme oder mit anderen Worten: gegen strahlende und geleitete Wärme die Fruchtbarkeit eines Bodens beeinträchtigen, wenn nicht die auf dem Boden wohnende Pflanzenwelt selbst den hierdurch erwachsenden Schaden wieder ausglich und zum Besten des Bodens umänderte. Wenn nemlich ein Boden z. B. die Eigenschaft besitzt, sich am Tage stark zu erhitzen, des Nachts aber wieder

so abzukühlen, daß er sich stark mit Thau beschlägt, so siedelt sich auf ihm eine Colonie von Gewächsen an, deren Arten gerade diese Verhältnisse von ihrem Standorte begehren, z. B. Flechten und filzende Borstengräser. Indem aber diese Gewächse sehr stark wuchern, bilden sie bald eine mehr oder weniger dichte Decke auf ihrem Standorte, welche alle Sonnenwärme in sich auffängt und sie nur allmählich an den unter ihr befindlichen Boden abgibt, aber dann auch in ihm festhält, so daß er sich nicht mehr abkühlen und in Folge davon auch nicht mehr stark bethauen kann. Da nun aber die auf ihm wohnenden Gewächse reichlichen Thau zu ihrem Gedeihen begehren, so ist die weitere Folge, daß diese Gewächse allmählich absterben und ihren Bodenbesitz anderen Pflanzengeschlechtern überlassen, welchen eben die gerade bestehenden Temperaturverhältnisse des Bodens willkommen sind. Die neuen Ansiedler können nun durch ihren Schirm und ihre Abfälle wiederum den Einfluß der Sonnen- und Luftwärme auf den Boden allmählich so abändern, daß auch sie nicht ferner mehr auf dem letzteren gedeihen können und dann solchen Pflanzenarten überlassen müssen, denen nun wieder die jetzt in ihrem Standorte herrschenden Temperaturverhältnisse angenehm sind. So hat denn die Natur für alle diese Bodenverhältnisse ihre Ansiedler aus dem Pflanzenreiche, welche indessen immer nur so lange auf einem Bodengebiete gedeihen werden, als ihnen dasselbe außer Feuchtigkeit und Nahrung gerade diejenigen Temperaturverhältnisse gewähren kann, wie sie dieselben brauchen. So aber bildet auch gerade die auf einem Boden wohnende Pflanzencolonie eine Decke, durch welche das Verhalten einer Bodenmasse gegen die strahlende und geleitete Wärme mannichfach abgeändert wird.

3) Aber wie diese Pflanzendecke schon in rein mechanischer Weise auf die Erwärmung und Wärmehaltung einer Bodenmasse einwirkt, so thut sie dieses auch auf chemischem

Wege während ihrer Zersetzung. Es ist allbekannt — und man kann es an jeder Anhäufung von vegetabilischen Verwesungsstoffen beobachten, — daß alte Pflanzenreste bei ihrer Fäulniß oder Verwesung große Wärmemengen entwickeln, welche sogar unter günstigen Verhältnissen die Verwesungsmassen entzünden oder verkohlen können. Wenn nun auf oder in einem Boden solche Verwesungsmassen vorhanden sind, so wird durch dieselben um so mehr Wärme entwickelt, je größer ihre Menge ist, und auch um so mehr festgehalten, je lockerer und grobkrümeliger seine Masse ist, ja es kann durch diese Substanzen der an sich selbst kalte Thonboden so erwärmt werden, daß er einen Theil seines Wassers verdunsten läßt und trockener und lockerer wird. — Außer dieser Hauptquelle für Bodenwärme dürfen endlich aber auch nicht die mancherlei Zersetzungen und Umwandlungen von den mineralischen Bestandtheilen eines Bodens außer Acht gelassen werden. Liefern dieselben auch nur sehr kleine Mengen von Wärme mit einem Male, so darf man doch behaupten, daß sie für eine Bodenart, welche reich an sich zersetzenden Mineralresten ist, bemerkbar werden kann.

Nach allem eben Mitgetheilten kann also ein Erdboden auf mannichfache Weise Wärme erhalten und in sich festhalten. Ob er sie nun aber auch im gehörigen Maaße in sich ansammeln und auch auf längere Zeit in sich zusammen halten kann, das hängt, wie eben gezeigt worden ist, einerseits von der Art seiner Masse und Decke und andererseits auch von der Beschaffenheit seiner Unterlage, der Mächtigkeit seiner Ablagerung und der Menge des in ihm vorhandenen Wassers ab.

In dieser Beziehung ist hauptsächlich folgendes zu bemerken:

1) Die Unterlage eines Bodens wird stets günstig auf die Temperaturverhältnisse des über ihr lagernden

Erdbodens einwirken, wenn sie in ihrem Verhalten zur Wärme gewissermaßen die entgegengesetzten Eigenschaften des letzteren besitzt, wenn sie also z. B. die in dem Boden eingedrungene Wärme in sich anzusammeln vermag, während der über ihr lagernde Boden sie schnell ausstrahlen läßt, oder wenn sie die Bodenfeuchtigkeit in sich festhält und durch diese den über ihr lagernden, sich leicht erhitzenden und stark verdunstenden Boden abkühlt. Ein kalkreicher, sich stark erhitzender und lange heiß bleibender oder ein sandreicher, sich wohl stark erhitzender, aber seine Wärme schnell ausstrahlender Boden wird demgemäß durch einen lehm=, thon= oder torfreichen Untergrund zu einem dauernd und mäßig warmen, feuchten Boden umgewandelt, wie umgekehrt aber auch ein kalter, nasser Thonboden durch eine sand= oder geröllreiche Unterlage mäßig warm und verdunstend wird. — Die Unterlage eines Bodens wirkt demnach eben so regelnd auf die Temperaturverhältnisse des letzteren ein, wie dessen Decke.

2) Bei allem diesen spielt aber auch die Menge des Wassers, welche ein Boden in sich aufnehmen und festhalten kann, eine große Rolle bei dem Verhalten eines Bodens gegen die Wärme. Wasser verschluckt stets sehr viel Wärme, um verdunsten zu können; je mehr daher eine Bodenmasse Wasser in sich aufsaugt und festhält, um so mehr geht für sie Wärme verloren; hat sie nun nicht einen Untergrund, welcher ihr mit seiner aufgespeicherten Wärme aushelfen kann, so wird sie immer nur eine sehr niedrige Temperatur besitzen.

3) Endlich ist aber auch die Mächtigkeit einer Bodenablagerung von Bedeutung bei den Temperaturverhältnissen eines Bodens. Je flachgründiger ein Boden ist, um so mehr ist seine Temperatur abhängig von der Sonne und der Atmosphäre, um so schneller und greller wechseln in ihm hohe und niedere Temperaturgrade, wenn anders nicht eine geeignete Unterlage vermittelnd einwirkt.

Hält man nun all' das eben Mitgetheilte fest, so gelangt man zu dem Resultate, daß ein Boden nur dann zum dauernden Vermittler der Temperaturverhältnisse werden kann, wenn er in seinem eigenen Verhalten zur Wärme unterstützt wird durch eine geeignete Unterlage und Decke.

Für das Pflanzenleben ist dieses Verhalten eines Bodens zur Wärme von der größten Wichtigkeit. Wohl bedarf die Pflanze zur Entwickelung ihrer Knospen, Blüthen und Früchte der Wärme, welche ihr durch die Sonne und Atmosphäre gespendet wird. Die belebende Kraft der Sonnenwärme kann ihr nicht allein durch die Temperatur des Bodens ersetzt werden, — so wenig als dem Menschen die Wärme des Ofens und Wohnzimmers alles das gewähren kann, was ihm die Körper und Geist erfrischende Wärme der Frühlingssonne darbietet: aber zur Erhaltung und Erhöhung ihres Wurzellebens, zur Umwandlung der von der Wurzel eingesogenen Nahrungsstoffe in Körpersubstanzen und zur Erzeugung und Ausbildung ihrer inneren Organe kann sie die Wärme des Bodens absolut nicht entbehren. Das Alles kann man beim Erwachen der Pflanzenwelt im Frühlinge erkennen. Wohl vermag dann die Pflanze ihre schon im vorhergehenden Jahre innerlich entwickelten Knospen mit Hülfe der sie anhauchenden Sonnenwärme entfalten, wenn aber zu dieser Zeit noch das Eis des Winters die Temperatur des Bodens bis zum Frostpuncte niedergedrückt hält, kann die Wurzel noch nicht ihre Thätigkeit beginnen und Nahrungsstoffe in die oberirdischen Glieder der Pflanze senden, so daß noch die Weiterentwickelung dieser letzteren so lange ruhen muß, bis durch Hülfe der Sonne sich der Erdboden erst mit der nöthigen Wärme versorgt hat.

§. 90. Der Erdboden als Feuchtigkeitsspender. — Ohne Wasser kann kein organisches Geschöpf leben, am

wenigsten die Pflanze; denn das Wasser macht ihren Standort geschmeidig und weich, daß ihre Wurzeln denselben leichter durchdringen können; das Wasser löst ferner die Nahrstoffe des Bodens und der Luft in sich auf, daß sie nicht nur von den öffnungslosen Saugzasern der Wurzel, sondern auch von den ganz geschlossenen Zellen ihres Körpergewebes aufgesogen werden können; das in das Innere der Pflanze eingedrungene Wasser muß endlich nicht nur den Stoffwechsel im Gewebe des Pflanzenkörpers vermitteln, sondern auch durch seinen Sauer- und Wasserstoff alle Hauptsubstanzen der Pflanze bilden helfen. Wenn nun die Pflanzenwelt nur von dem Wasser leben sollte, welches ihr die Atmosphäre durch ihre wässerigen Niederschläge spendet, so würde sie in denjenigen Zeiten des Jahres, in welchen die versengenden Strahlen der Sonne und heiße, dürre Luftströmungen ihre Glieder zur übermäßigen Verdunstung anregen und selbst mächtige Gewässer bis zur vollen Trockenheit aufsaugen, nicht blos kümmern und welk werden, sondern sogar vollständig verdursten. Indessen wird dieses Verderbniß nur da eintreten, wo der Erdboden nicht helfend und rettend einwirken kann.

Der Erdboden also muß auch für den Wasserbedarf der in seiner Masse wurzelnden Pflanzen sorgen. Er vollbringt dieses Geschäft einerseits durch sein Vermögen, Wasserdunst oder Luftfeuchtigkeit in sich einzusaugen und sich von tropfbarem Wasser durchdringen zu lassen, andererseits durch seine Kraft, das aufgenommene Wasser mehr oder weniger stark in seiner Masse festzuhalten.

Was nun zunächst die Wasseransaugungskraft (oder die sogenannte Hygroscopicität) einer Bodenmasse betrifft, so äußert sich dieselbe nicht blos in der Ansaugung von Luftfeuchtigkeit, sondern auch in der Ansaugung des Wassers aus ihrem Untergrunde und aus den Gewässern, welche in

ihr Gebiet eingebettet sind. Im Allgemeinen gelten in dieser Beziehung folgende Erfahrungen:

1) Unter sonst gleichen Verhältnissen wird eine Bodenmasse um so begieriger Wasser in sich aufsaugen, je mehr sie sich ihrem Austrocknungspuncte nähert. Ist sie aber einmal vollständig ausgetrocknet, dann wird sie das in sie eindringende Wasser ohne Aufenthalt mechanisch und um so rascher durch sich durchfließen lassen, je grobkörniger und lockerer sie ist. Bei diesem Durchzuge wird jedoch das Wasser alle die von ihm benetzten Erdbodentheile anfeuchten, wodurch in ihnen die Wasseransaugungskraft von Neuem und zwar um so stärker erwacht, je mehr sich ihre Massetheile berühren, je feinkrümeliger sie also sind. Hat nun eine solche Bodenablagerung einen Untergrund, welcher undurchlässig ist und demgemäß das von oben her zu ihm dringende Wasser festhalten kann, — ähnlich wie der thönerne Untersatz eines Blumentopfes, — dann wird die über ihm lagernde und vom durchziehenden Wasser feucht gewordene Erdbodenmasse allmählich alles Wasser wieder in sich aufsaugen und demgemäß später wieder ganz durchfeuchtet erscheinen, als sei sie von Neuem von der Luft aus mit Wasser versorgt worden. Für alle sich stark erhitzenden und in Folge davon stark verdunstenden Bodenarten ist darum ein solcher undurchlässiger, Wasser ansammelnder, Untergrund, welcher namentlich aus Thon, Torf oder auch Fels mit beckenförmiger Oberfläche besteht, von der größten Wichtigkeit, da er einen an sich zur Ausdürrung geneigten — z. B. sandreichen — Boden feucht erhält.

2) Je feinkörniger oder zartkrümeliger die Masse eines Bodens ist, um so enger sind in seiner Masse die zwischen seinen einzelnen Theilen befindlichen Ritzen oder Haarröhrchen, um so mehr können sich dann dieselben in ihrer Feuchtigkeits-Anziehung unterstützen und um so stärker ist dann dieselbe.

3) Unter den einzelnen Gemengtheilen eines Bodens zeigt

der Sand um so weniger Feuchtigkeits-Anziehung, je grobkörniger er ist und je weniger seine einzelnen Körner eine erdige, ockerige oder humose Schale haben. Die Thon, Humus- und Torf-Substanz dagegen besitzt die stärkste Feuchtigkeits-Anziehung, so lange sie feucht ist; ist sie aber einmal vollständig ausgetrocknet, dann verliert sie diese Anziehung um so mehr, je inniger und fester sich ihre Massetheile mit einander verbunden haben, und bekommt sie auch erst nach langer Durchnässung, aber allmählich, wieder.

Mit der Wasseranziehungskraft darf indessen nicht die Wasserfassungs- und Wasserhaltungskraft eines Bodens verwechselt werden. Die erstere besteht in dem Vermögen desselben, eine bestimmte Menge Wassers in seiner Masse so festzuhalten, daß auch nicht ein Wassertropfen aus ihr abfließen kann, so lange das von ihr faßbare Maaß nicht überschritten wird; unter der Wasserhaltungskraft eines Bodens aber versteht man sein Vermögen, das von ihm angesogene Wasser kürzere oder längere Zeit in sich festhalten zu können. Unter den verschiedenen Gemengtheilen eines Bodens besitzen die Humus- und Torfsubstanzen die stärkste Wasserfassungs- und Wasserhaltungskraft, so daß sie selbst eine ganz bindungslose Sandablagerung immer naß erhalten und in kühlen schattigen Lagen sumpfig machen können. Ihnen nahe stehen die hellgefärbten Thonsubstanzen, während der dunkele — graue oder rothbraune — Thon wohl starke Wasserfassungs-, aber geringe Wasserhaltungskraft besitzt, indem er in Folge seiner dunklen Färbung sich stark erhitzt und dann auch stark verdunstet. Je reicher daher Bodenarten an gemeinem Thone sind, um so mehr sind sie zur Nässe und bei schattiger Lage sogar zur Versumpfung geneigt. Die geringste Wasserfassungs- und Wasserhaltungskraft besitzt der Sand. Wenn indessen seine einzelnen Körner eine mehr oder weniger dicke Rinde von Eisenocker oder feinzertheilter

Humussubstanz haben, dann erhalten sie auch eine größere Wasserhaltungskraft. Sind in diesem Falle die Sandkörner sehr fein, wie es beim feinen Quell- und Mehlsande zu bemerken ist, dann kann ihre Ablagerungsmasse das Wasser, von welchem sie durchdrungen ist, sehr festhalten. — Mäßig in ihrer Wasserhaltung und darum unter den gewöhnlichen Verhältnissen wohl immer durchfeuchtet, ohne eigentlich naß zu erscheinen, sind alle die gleichmäßigen Mischungen von Sand oder pulverigem Kalk mit Thonsubstanz, welche wir früher schon als Lehm, sandigen oder kalkigen Thon und Mergel kennen gelernt haben.

Aus allem eben Mitgetheilten können wir folgende Resultate ableiten:

1) Je reicher an Humusmassen oder Thonsubstanz ein Boden ist, um so stärker; je reicher an Sand oder Kalk, um so schwächer ist sein Wasserhaltungsvermögen.
2) Je mehr einem Boden Substanzen beigemengt sind, welche seine Masse lockern, wie dieses z. B. der Fall ist bei reichlicher Untermengung von grobem Sand und Geröllen, hauptsächlich von Kalk, um so mehr nimmt seine Wasserhaltungskraft ab. Indessen zeigen sich in dieser Beziehung vegetabilische Beimengungen von verschiedener Wirkung: harte, holzige Stengel, Büschel und Wurzeln (wie z. B. von Haide) mindern die Wasserhaltung, während röhrige Grashalmen, saftige Blätter u. s. w. die Wasserhaltung eines Bodens vermehren, indem sie selbst Feuchtigkeit anziehen und festhalten.

Je nach der Größe seiner Wasseransaugungs- und Wasserhaltungskraft zeigt sich nun der Boden verschieden in seinem Verhalten gegen die Pflanzenwelt. Stark das Wasser anziehende und dasselbe auch sehr festhaltende Bodenarten bilden die Heimath der Sumpfgewächse; während das Wasser nur sehr wenig festhaltende Bodenablagerungen nur denjenigen

Gewächsen einen geeigneten Standort bieten können, welche mit ihren saugzaserreichen, nach allen Richtungen hin den Boden durchrankenden Wurzelfilzen jede Spur von Erdfeuchtigkeit, und mit ihren dichtzusammenwachsenden Stengeln und Blättern jeden Tropfen atmosphärischen Wassers aufzusaugen vermögen und hauptsächlich vom Nebel und Thau gespeist werden. Die beste Heimath für die bei weitem meisten Gewächse bieten diejenigen Bodenarten, welche unter den gewöhnlichen Verhältnissen bei starker Wasseransaugung das in ihnen angesammelte Wasser mäßig festhalten und mäßig verdunsten.

§. 91. Der Erdboden als Nahrungsspender der Pflanzen. — Die Pflanze braucht zum Aufbaue ihrer Körpersubstanzen vor Allem Kohlensäure, Wasser und eine Stickstoff haltige Masse, außerdem aber auch noch mehrerer Mineralsalze, welche ihr theils noch die ebengenannten Hauptnahrungsmittel liefern theils die Pflanzenorgane zu erhöhter Lebensthätigkeit und Umwandlung der aufgenommenen Nahrungsstoffe in Körpersubstanzen anregen, theils aber auch zur Festigung und Erhärtung der jungen, zarthäutigen Pflanzenorgane dienen. Nun liefert zwar die Atmosphäre der Pflanze Wasser und Kohlensäure und auch bisweilen Ammoniak, aber keinen Schwefel, keinen Phosphor und keins der so wichtigen Mineralsalze; außerdem aber vermag sie bei ihrem ewig bewegten Zustande selbst nicht immer die für das Pflanzenleben so nothwendige Kohlensäure und am wenigsten die Stickstoff spendende Salpetersäure den Pflanzen in dem Maaße zu spenden, wie sie diese letzteren brauchen. Was aber in dieser Beziehung die Atmosphäre nicht vermag, das kann der Erdboden und wird hierdurch zum Hauptnahrungsspender der Pflanzenwelt.

Er vollbringt sein schwieriges Amt in dreifacher Weise:
1) So lange er feucht ist, saugt er fort und fort aus der,

mit ihm in Berührung kommenden, atmosphärischen Luft Kohlensäure und Wasser in sich auf und hält das Aufgesogene mehr oder minder fest.

2) Ebenso sammelt er alle im Wasser gelösten Substanzen, welche bei der Verwesung der in oder auf seiner Masse lagernden Organismenreste entstehen, haushälterisch in seinem Schooße an. Ganz dasselbe thut er mit den aus dem Untergrunde durch das Wasser in seine Masse gelangten Mineralsalzen.

5) Endlich bereitet er mit Hülfe der aus der Atmosphäre oder seiner verwesenden Pflanzendecke in ihn eingedrungenen Säuren aus den in seiner Masse vorhandenen und zersetzbaren Mineralresten alle die für das Pflanzenleben so wichtigen Mineralsalze, so vor allen die

kohlen-, salpeter-, schwefel- und phosphorsauren
Salze der
Alkalien und alkalischen Erden,
welche durch ihre Säuren den Pflanzen liefern:
Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor,
also die Hauptbildungsstoffe des Pflanzenkörpers.

Alle diese verschiedenartigen Salze kann indessen ein Erdboden nur dann aus seiner Masse selbst produciren, wenn sich in derselben viele noch unzersetzte, aber durch kohlensaures Wasser oder humussaure Alkalien zersetzbare Mineralreste der verschiedensten Art beigemengt finden, wie dieses z. B. in dem Verwitterungsschwemmboden der gemengten krystallinischen Felsarten der Fall ist. Sind nun diese Mineralreste nicht alle gleich leicht zersetzbar, sondern lassen sich die einen leicht, die andern schwer und die dritten nur sehr langsam zersetzen, so ist auch die Fruchtbarkeit eines Bodens auf eine lange Reihe von Jahren gesichert. Freilich kann er dann im Zeitverlaufe nicht immer ein und dieselben Nahrungssalze für die ihn bewohnenden Pflanzen produciren. Während er z. B.

in den ersten Zeiträumen aus den leicht zersetzbaren Kalkerdesilicaten viel löslichen kohlensauren Kalk schafft, wird er nach der gänzlichen Zersetzung dieser Art von Silicaten in den folgenden Zeiträumen aus den kalklosen Silicaten keinen Kalk, sondern vielleicht nur noch Kali und Natron erzeugen. Wenn nun in derjenigen Zeit, in welcher dieser Boden noch Kalksalze producirte, Kalk begehrende Pflanzenarten auf ihm wuchsen, so werden diese in dem Grade von ihm verschwinden, als die Kalk spendenden Mineralreste in der Bodenmasse abnehmen, und es wird dann eine neue Colonie von Pflanzen auf ihm erscheinen, welche keinen Kalk, wohl aber kohlensaure Alkalien von ihm begehren. Es hängt demnach der Wechsel der Pflanzenarten auf einem Boden zum großen Theile von der Art und Menge der in demselben vorhandenen zersetzbaren Mineralreste und der aus ihnen entstehenden Salze ab.

Im Verlaufe der Jahrhunderte kann indessen auch der reichste Boden allmählich alle seine zersetzbaren Mineralreste verlieren, so daß er nun ganz unfruchtbar werden würde, wenn nicht die Natur Mittel geschaffen hätte, durch welche dann doch die nöthigen Nahrungsmittel, welche der Mineralboden nicht mehr durch seine eigene Masse schaffen kann, ersetzt werden.

Das erste dieser Mittel bieten die in einem Boden wachsenden Pflanzen selbst; denn diese geben bei der vollständigen Zersetzung ihrer abgestorbenen Körglieder dem Erdboden, welcher sie gehegt und gepflegt hat, alle die Mineralsalze, welche sie während ihres Lebens ihm entzogen haben, meist sogar in concentrirterer Menge zurück, indem sie während ihres Lebens mit ihren den Boden nach allen Richtungen hin durchstreichenden Wurzeln haushälterisch jede Spur von Nahrungssalzen in ihrem Körper aufgespeichert haben. Aber sie bereichern nicht blos durch ihre verwesenden Wurzeln den Boden mit Nahrungsstoffen, sondern auch —

und noch viel rascher — durch ihre auf der Oberfläche des Bodens liegenden Verwesungssubstanzen, ja man darf behaupten, daß diese auf dem Boden ausgebreiteten Pflanzenreste die Bereicherung des Bodens in der Gegenwart und nächsten Zukunft besorgen, da sie unter dem Einfluß der Luft und Wärme, zumal wenn sie recht saftig sind, sich weit schneller zersetzen, als die, in der Bodenmasse eingebetteten, Wurzelreste, welche sich weit langsamer zersetzen und darum erst in einer weiteren Zukunft den Boden mit Nahrstoffen versehen.

Demnach ist als das zweite Bereicherungsmittel eines Bodens die auf demselben ausgebreitete Decke von verwesenden Pflanzenabfällen anzusehen. Diese, welche als Humusdecke bekannt ist, bereitet aus ihren Massen fortwährend humussaure Alkalien, welche nun das Meteor-Wasser in sich auflöst und dem unterliegenden Mineralboden zuführt. Am schnellsten thun dieses die weichen, wässerige Säfte enthaltenden, Pflanzenglieder, langsamer die härteren, trockenen, holzigen Pflanzentheile, am langsamsten die harz- oder kieselsäurehaltigen, so daß auch durch diese Decke verwesender Pflanzen für die Fruchtbarmachung des Bodens in der Gegenwart und Zukunft gesorgt wird, wenn sie ungestört ihren Verwesungsproceß ausführen kann. Nicht selten gesellt sich dann noch zu dieser vegetabilischen Decke eine aus aufgeflutheten Steintrümmern bestehende, welche dann ebenfalls den Boden mit Nahrungssalzen versorgen kann, wenn sie aus nicht zu schwer zersetzbaren Steinindividuen von geringem Umfange besteht.

Indessen nicht blos die mehr durch Zufall auf die Oberfläche eines Bodens gekommenen Steintrümmer, sondern auch die im Untergrunde desselben vorhandenen Steinmassen sollen einen Boden mit Nahrungssalzen versorgen. Sie bilden darum, so lange sie aus zersetzbaren

Mineralien bestehen, das dritte Mittel, durch welches ein Boden mit Nahrungsstoffen versorgt werden kann.

Soll nun aber ein Boden von allen diesen Mitteln einen richtigen Gebrauch machen, dann muß er auch eine Erdkrume besitzen, welche sowohl von der Decke wie vom Untergrunde aus das mit Nahrungssalzen versehene Wasser in sich aufsaugen und sich von ihm gleichmäßig durchdringen lassen kann und außerdem das Vermögen besitzt, die in ihre Krumentheile eingedrungenen Salzlösungen so festzuhalten, daß nur die Pflanzenwurzeln mit ihren Zasern sie aus ihnen heraussaugen können. Vermag sie dieses, dann ist sie die wahre Mutterbrust der an ihr saugenden Pflanzen. Und als eine solche erscheint die mit Thon- und Humussubstanz reichlich untermengte Erdkrume; denn, wie schon früher gesagt, unter den verschiedenen Gemengtheilen eines Bodens ist nur die Thonsubstanz — und nächst ihr auch die reife Humusmasse — im Stande alle möglichen Salzlösungen in sich aufzusaugen, sie auch gleichmäßig an alle ihre einzelnen Krumen zu vertheilen und festzuhalten.

Nach allem diesen wird also ein dauerhaft fruchtbarer Boden von Oben nach Unten aus folgenden Lagen bestehen:

1) Zu oberst aus einer Decke, welche aus verwesenden Pflanzensubstanzen oder auch verwitternden Steintrümmern gebildet wird und einerseits die Temperatur-Verhältnisse und den Feuchtigkeitszustand des unter ihr liegenden Bodens regelt und andererseits aus sich heraus kohlensaure Nahrungssalze entwickelt, welche dann das Regenwasser dem unter ihr liegenden Boden zusendet.
2) Unter dieser Decke die eigentliche Bodenablagerung, welche ihrer Hauptablagerung nach aus einem

Gemenge von Erdkrume und Mineraltrümmern besteht und in ihrer oberen Region mehr oder minder stark von schon verwesten oder noch in Verwesung begriffenen Pflanzenresten durchzogen erscheint. Sie ist das eigentliche Nahrungsmagazin für die Pflanzen, indem sie nicht blos aus den in ihr vorhandenen Mineralresten Nahrungssalze präparirt, sondern alle Salze, welche sie durch das Wasser von der Decke oder dem Untergrunde zugeleitet bekommt, in sich ansammelt.

3) Die unterste, eigentlich schon nicht mehr zum Boden selbst gehörige, Lage bildet der Untergrund, welcher einerseits das Wassermagazin für die Zeit der Noth oder auch den Wasserableitungscanal für das überflüssige Wasser in dem über ihn lagernden Boden bilden soll, andererseits aber aus seinen zersetzbaren Mineraltheilen dem letzteren Pflanzennahrung liefert.

Wenn nun aber auch ein Boden ganz vollständig entwickelt erscheint, wenn auch seine Masse voll Nahrung spendender Substanzen ist, so vermag er, wenn ihm nicht auf künstlichem Wege alle möglichen Ernährungsstoffe zugeführt werden, doch nicht alle Arten des Pflanzenreiches zu ernähren; weil diese letzteren sehr verschiedene Ansprüche an das Nahrungsmagazin des Bodens machen. In dieser Beziehung können im Allgemeinen folgende Erfahrungssätze aufgestellt werden:

1) Je mehr verschiedene Salzarten ein Boden produciren und darbieten kann, desto verschiedenere Pflanzenarten können unter sonst gleichen Bedingungen auf demselben vorkommen und gedeihen.

2) Wenn nun aber mehrere Pflanzenarten zugleich eine und dieselbe Salzart zu ihrem Gedeihen brauchen, so können folgende Fälle eintreten:

a) Es kann jede dieser Pflanzen nicht mehr und nicht

weniger der beanspruchten Nahrung brauchen, wie die anderen. Besitzen in diesem Falle ihre Wurzeln gleiche Größe und gleichstarke Saugkraft, so werden sie die Bodenschichte, in welcher sie sich ausbreiten, so aussaugen, daß ihnen allen der Boden am Ende nichts mehr bieten würde, wenn sie nicht durch ihre absterbenden Glieder die verloren gegangene Nahrung zum Theil wieder ersetzten. Wenn aber unter diesen Pflanzen die einen flachziehende Wurzeln haben, während die anderen mit ihren Wurzeln sich tief in den Boden eingraben, dann können sie zwar längere Zeit neben einander gedeihen, aber sie werden im Verlaufe der Zeit doch schwächer, bis sie am Ende eingehen.

b) Es können nun aber auch unter den Pflanzen, welche gleiche Arten von Nahrstoffen verlangen, die einen größere Quantitäten derselben begehren, als die anderen. In diesem Falle werden die ungenügsameren vom Anfange an in einem Boden vorherrschen, sowie sie aber nicht mehr das ihnen nöthige Maas von Nahrung erhalten, werden sie verkümmern und den genügsameren Pflanzenarten Platz machen, aber später auch wieder zum Vorscheine kommen, wenn durch die verwesenden Abfälle dieser letzteren der Boden wieder reicher an Nahrung geworden ist.

c) Wenn unter den Pflanzenarten, welche gleiche Arten Nahrung von dem sie tragenden Boden begehren, zuerst flachwurzelige auf einem Boden gestanden und die oberen Lagen desselben ausgesogen haben, dann können nach ihnen immer auch noch tiefwurzelnde auf diesem Boden gedeihen, und ebenso können umgekehrt nach tiefwurzelnden Pflanzen recht gut auch noch flachwurzelnde auf einem und demselben Boden leben.

Wo die Natur nicht in ihrem Wirthschaftsplane gestört wird, da findet man in der Regel diese Aufeinanderfolge und Verbindung von flach- und tiefwurzelnden Pflanzenarten auf einem Boden. Es stört dann keine die andere; ja es helfen die einen den anderen insofern, als das Wasser die Verwesungsproducte der flachwurzeligen Pflanzen in die Tiefe zu den tiefwurzeligen und ebenso umgekehrt aus der Tiefe die Zersetzungsproducte der letzteren in die Höhe zu den flachwurzeligen leitet.

3) Am besten vertragen sich in einem Boden indessen diejenigen Pflanzenarten zusammen, welche verschiedene Nahrungssalze vom Boden verlangen, zumal wenn sie sich gegenseitig nicht den Wurzelwachsthumsraum im Boden beengen.

4) Je nach dem Nahrungssalze, welches die verschiedenen Pflanzenarten von einem Boden hauptsächlich zu ihrem Gedeihen brauchen, hat man nun Kalk-, Kali- und Natronpflanzen unterschieden und den Satz aufgestellt, daß ein Boden, auf welchem diese Pflanzen in großer Masse vorkommen, reich an Kalk, Kali oder Natron ist. In der That darf man annehmen, daß dieses wirklich der Fall ist in der Zeit, in welcher diese Pflanzen sich in großer Menge auf einem Boden ansiedeln und gut gedeihen; für die Folge der Zeit aber trifft dieses wenigstens bei dem Culturboden nicht mehr zu, da ja diese Pflanzen allmählich ihrem Standorte alle die genannten Salze entziehen. Auch ist es nicht immer richtig, aus dem Vorkommen einer Pflanze auf Kalkboden zu schließen, daß diese Pflanze den Kalk als Nahrung begehre. Gar manche dieser Pflanzen kommen z. B. auch auf ganz kalkleerem Sandboden vor und beweisen damit, daß sie in Ermangelung eines Sandbodens auch auf einem anderen

Boden, eben z. B. auf Kalkboden, auftreten können, wenn ihnen dieser letztere nur die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse bieten kann, welche sie zu ihrem Wohlbefinden brauchen.

Soviel über das Verhältniß des Erdbodens zur Pflanze. — Nach Allem, was wir mitgetheilt haben, ist also der Fels das vom Anbeginne der Erdrindebildungen erbaute Magazin und Laboratorium, aus dessen Mineralbestandtheilen durch Hülfe der Atmosphärilien, des Wassers, des Temperaturwechsels und der Pflanzenwelt selbst der Grund und Boden geschaffen wurde, auf welchem sich die Welt der Organismen entfalten sollte; der Erdboden selbst aber, dieses Kind der starren Felsmutter, ist die Mutterbrust, welche der ihr von der Natur übergebenen Pflanzenwelt alle Lebensbedürfnisse in der Art und Menge, wie sie jede einzelne Pflanzenart braucht, darreicht und für alle Zeiten spenden wird, solange nicht Stürme der Elemente, vor allen des Feuers, Wassers und Orkans, ihr stilles, geregeltes Walten zerstören, und so lange nicht der Mensch durch Unkenntniß ihrer Eigenschaften und Bestandtheile an sie Ansprüche macht, welche sie nur mit der größten Mühe und Anstrengung befriedigen kann. Wohl möchte man mit Beziehung hierauf jedem Pflanzenzüchter die Worte, welche ein reicher Bauer seinem Sohne zurief, empfehlen: „Lerne den Boden, welchen du bepflanzen willst, recht genau kennen und dein Reichthum wird wachsen; thust du dieses aber nicht, dann wird gar bald aus ihm der Bettelstab emporsprossen, mit welchem du von Haus und Hof in die weite Welt wandern mußt."
